

Kaukolämmön vara- ja huipputeholaitoksen esiselvitys

Alexi Ojala

Opinnäytetyö

Huhtikuu 2016

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), energiatekniikan koulutusohjelma

Tekijä(t) Ojala, Aleksi	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 08.04.2016
	Sivumäärä 62	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Kaukolämmön vara- ja huipunkäyttölaitoksen esiselvitys		
Tutkinto-ohjelma Energiatekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Marjukka Nuutinen, Veli-Matti Häkkinen		
Toimeksiantaja(t) Elenia Lämpö Oy		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyö tehtiin Elenia Lämpö Oy:lle, jonka toimialaan kuuluu kaukolämmön ja sähkön tuotanto sekä kaukolämmön ja maakaasun jakelu. Opinnäytetyön päätavoitteena oli löytää uudelle öljykäyttöiselle vara- ja huipputeholämpökeskukselle tontti Laukaan kunnan alueelta sekä käynnistää rakentamiseen liittyvä lupaprosessi. Toisena tavoitteena oli mitoittaa varateholaitokselta vaadittava lämpöteho, öljysäiliön tilavuus ja kiertovesipumpun parametrit.</p> <p>Lämpökeskustontin etsiminen aloitettiin tutkimalla Laukaan kaukolämpöverkostoa ja pohdittiin varateholaitoksen sopivaa sijaintia kaukolämpöverkoston ja Elenian tulevaisuuden suunnitelmien kannalta. Tämän jälkeen käytiin neuvotteluja Laukaan kunnan viranomaisien kanssa ja löydettiin Elenian tavoitteiden mukainen tontti. Tontin sijaitessa pohjavesialueella jouduttiin varalämpökeskukselle hakemaan ympäristölupaa.</p> <p>Varalämpökeskuksen mitoituksessa käytettiin viitekehyksenä suurimmaksi osaksi Kaukolämmön käsikirjaa. Mitoituslaskennassa hyödynnettiin lisäksi Laukaassa toteutuneita kaukolämmön kulutustietoja ja Elomatic Oy:n tekemää verkostomallinnusta Laukaan kaukolämpöverkostolle.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena löydettiin varateholaitokselle sopiva tontti Laukaasta sekä laitetiin ympäristölupahakemus vireille. Ympäristölupapäätöstä ei saatu opinnäytetyön valmistumiseen mennessä. Lämpötehomitoitus, öljysäiliön tilavuus ja kiertovesipumpun parametrit saatiin laskettua ja laitoksen tarkempaa suunnittelua voidaan jatkaa näiden tulosten perusteella.</p>		
Avainsanat (asiasanat)		
kaukolämpö, vara- ja huippulämpökeskus, varatehon mitoitus		
Muut tiedot		

Author(s) Ojala, Aleks	Type of publication Bachelor's thesis	Date 08.04.2016
		Language of publication: Finnish
	Number of pages 62	Permission for web publication: x
Title of publication Reserve and high power district heating plant statement		
Degree programme Degree Programme in Energy Technology		
Supervisor(s) Nuutinen Marjukka, Häkkinen Veli-Matti		
Assigned by Elenia Lämpö Ltd		
<p>Abstract</p> <p>The thesis was assigned by Elenia Lämpö Ltd that produces district heat and electricity and distributes district heat and natural gas. The main goal of the thesis was to find a lot for a new oil using reserve- and a high power heating plant area in Laukaa and to start the permit process of the lot. The second goal was to measure the thermal power of the heating plant, the capacity of the oil tank and the parameters of the circulation water pump.</p> <p>Searching for a lot for the heating plant began by studying the district heating network of Laukaa and considering what would be a good location for the reserve heating plant in terms of the district network and Elenia's plans. This was followed by consultations with the authorities and we found the lot which suited the goals of Elenia. The lot was located in a groundwater area and thus an environmental permit had to be applied for.</p> <p>Kaukolämmön käsikirja was used as a major source when calculating the dimensions of the heating plants. The consumer information on district heating in Laukaa in 2015 and network modeling made by Elomatic Ltd was also used when calculating the dimensions of the heating plant.</p> <p>As a result of the thesis a suitable lot for the reserve heating plant was found in Laukaa and the environmental permit process was launched. The verdict on the environmental permit was not reached by the completion of the thesis. The thermal power, the capacity of the oil tank and the parameters of the circulation water pump were calculated and the detailed design of the plant can be continued based on the results of the thesis.</p>		
Keywords/tags (subjects) district heating, reserve- and high heating plant, dimensioning of reserve heating plant		
Miscellaneous		

Sisältö

1	Johdanto.....	4
1.1	Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet.....	4
1.2	Elenia Oy.....	5
1.3	Elenia Lämpö Oy.....	6
1.4	Laukaan kaukolämpötoiminta.....	6
2	Kaukolämpö.....	7
2.1	Kaukolämmitys yleisesti.....	7
2.2	Hyödyt, haitat, mahdollisuudet ja uhat.....	10
2.3	Kaukolämpöenergian tarve.....	12
2.4	Perus-, vara- ja huippulämpöteho.....	13
2.5	Kaukolämmön tuotanto.....	15
2.5.1	CHP-laitokset.....	15
2.5.2	Lämpökeskukset.....	17
2.5.3	Yleisimmät kattilatyypit.....	18
2.6	Kaukolämmön jakelu.....	21
2.6.1	Kaukolämpöverkosto Suomessa.....	22
2.6.2	Varatehon siirtokyky kaukolämpöverkossa.....	24
2.7	Varatehon mitoitus.....	25
2.8	Varalämpökeskuksen suunnittelu ja lupaprosessi.....	26
2.8.1	Lähtökohdat.....	26
2.8.2	Ympäristövaikutusten arviointi.....	27
2.8.3	Ympäristölupa.....	28
2.8.4	PiPo-asetus.....	31
2.8.5	Rakennuslupa.....	35
2.8.6	Poikkeuslupa.....	36
3	Lämpökeskuksen mitoitus.....	37

3.1	Laitoksen lämpötehomitoitus	38
3.2	Öljysäiliön tilavuus.....	41
3.3	Verkostomallinnus.....	43
3.3.1	Siirtoputken mitoitus	43
3.3.2	Kiertovesipumpun kapasiteetti	44
4	Vara- ja huipunkäyttölämpökeskuksen tontti Laukaaseen.....	45
4.1	Tontin etsiminen	46
4.2	Neuvottelut kunnan viranomaisten kanssa	48
4.3	Ympäristölupahakemus.....	49
5	Työn tulosten arviointi	52
5.1	Lämpökeskustontti	52
5.2	Lämpökeskuksen mitoitus.....	53
6	Pohdinta	54
	Lähteet.....	58
	Liitteet	62

Kuviot

Kuvio 1.	Elenia Oy:n liiketoiminta alue.....	5
Kuvio 2.	Kaukolämmityksen toimintaperiaate	8
Kuvio 3.	Lämmitysmuotojen markkinaosuudet Suomessa vuonna 2014	9
Kuvio 4.	Kaukolämmön ja siihen liittyvään sähkön tuotantoon käytetyt polttoaineet vuonna 2015.....	10
Kuvio 5.	Kaukolämmön kulutus Suomessa vuonna 2015	12
Kuvio 6.	Kaukolämpötehon riippuvuus ulkolämpötilasta	13
Kuvio 7.	Kaukolämmön tehontarpeen pysyvyyskäyrä	14
Kuvio 8.	CHP-voimalaitoksen toimintaperiaate	16
Kuvio 9.	Lämpökeskuksen toimintaperiaate	18
Kuvio 10.	Arinakattilan periaatekuva	19

Kuvio 11. Kiertopetikattila	20
Kuvio 12. Tulitorvikattila	21
Kuvio 13. Lupakäsittelyn vaiheet kaaviona	27
Kuvio 14. PiPo-asetuksen sisällysluettelo	32
Kuvio 15. Elenian nykyiset lämpökeskukset Laukaassa	37
Kuvio 16. Kaukolämmön pysyvyyskäyrä vuodelta 2015	39
Kuvio 17. Kaukolämpöputken suunniteltu kulkureitti	43
Kuvio 18. Varalämpökeskustontti	47
Kuvio 19. Haluttu lämpökeskustontti.....	48

Taulukot

Taulukko 1. Tilastotietoja kaukolämmöstä vuodelta 2015	8
Taulukko 2. Puun, turpeen ja öljyn polton tyyppilliset tehot polttotavoittain	18
Taulukko 3 Toimivaltainen lupaviranomainen.....	31
Taulukko 4. Lämpökeskusmitoituksen lähtötiedot	38
Taulukko 5. Varateholaitoksen mitoitusarvot.....	53

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet

Kaukolämmitys on Suomessa yleisin lämmitysmuoto, sillä noin 2,7 miljoonaa suomalaista asuu kaukolämpötaloissa. Kaukolämmitys on rakennusten ja käyttöveden lämmitykseen tarvittavan lämpöenergian keskitettyä tuotantoa ja jakelua. Se ei vaadi asiakkaalta merkittäviä käyttö- eikä huoltotoimenpiteitä. Lämmitysenergian tuottaminen keskitetysti mahdollistaa modernin ja vähäpäästöisen tuotantotekniikan käyttämisen. Lisäksi sähkön ja lämmön yhteistuotannolla päästään parhaimmillaan yli 90 % hyötysuhteeseen. (Koskelainen, L., Saarela, R & Sipilä, K. 2006, 25.)

Suomen neljän vuodenajan takia vuoden aikana tapahtuvat lämpötilan vaihtelut ovat suuria. Samasta syystä kaukolämmön lämmitystarve vaihtelee vuoden aikana runsaasti. Lämpötehontarpeen vaihtelun vuoksi yhdellä kaukolämmön tuotantolaitoksella ei yleensä pystytä tuottamaan lämpöä kesän minimikuormalla, mikäli se mitoitetaan talven maksimikuorman mukaan. Tämän vuoksi lämmöntuotantoon tarvitaan peruskuormalämpökeskusten lisäksi vara- ja huipputeholämpökeskuksia. (Koskelainen ym. 2006, 42.)

Opinnäytetyön aiheena on kaukolämmön vara- ja huipputeholaitoksen esiselvitys. Toimeksiantaja on Elenia Lämpö Oy. Uusi öljykäyttöinen lämpökeskus rakennetaan Laukaaseen. Esiselvityksen perusteella Elenia Lämpö Oy ja Laukaan kunta voivat käynnistää lämpökeskuksen tarkemman suunnittelun, kaavoituksen ja hankintaneuvottelut.

Työn päätavoitteena oli löytää uudelle laitokselle tontti, käydä siihen liittyvät neuvottelut kunnan viranomaisien kanssa sekä käynnistää rakentamiseen vaadittava lupaprosessi. Lisäksi työhön sisältyi uudelta lämpökeskukselta vaadittavan lämpötehon, öljysäiliön tilavuuden ja kiertovesipumpun mitoittaminen.

1.2 Elenia Oy

Elenia Oy:n liiketoimintaan kuuluu sähköjakelu ja lämpöliiketoiminta. Elenia Oy on toiminut vuodesta 2011 lähtien, sitä ennen liiketoiminnoista vastasi Vattenfall. Konsernin muodostavat sähköjakelupalvelua tarjoava Elenia Oy ja sen tytäryhtiöt Elenia Lämpö Oy, Elenia Palvelut Oy ja Elenia Finance Oy. (Elenia lyhyesti n.d.) Elenia Oy:llä on noin 417 000 kotitalous-, yritys- ja yhteiskunta-asiakasta yli sadan kunnan alueella Kanta- ja Päijät-Hämeessä, Pirkanmaalla, Keski-Suomessa sekä Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaalla. Alue on merkitty kuvioon 1 tummansinisellä. Päätoimipaikka on Tampereella. (Elenia Oy:n liiketoiminta n.d.)



Kuvio 1. Elenia Oy:n liiketoiminta alue (Elenia Oy:n toimialuekartta n.d.)

Elenia Oy konsernin liikevaihto vuonna 2014 oli 300 milj. € ja se työllistää noin 390 henkeä. Konsernin omistavat Keskinäinen Eläkevakuutusyhtiö Ilmarinen, amerikkalainen liikepankki Goldman Sachs ja englantilainen pääomasijoitusyhtiö 3i. (Elenia Oy:n konsernitilinpäätös 2014.)

1.3 Elenia Lämpö Oy

Elenia Lämpö Oy tuottaa kaukolämpöä ja sähköä sekä myy ja jakelee kaukolämpöä ja maakaasua. Yhtiö on toiseksi suurin yksityinen kaukolämmön myyjä Suomessa. Päätoiminta-alueina sillä on Häme, Keski-Suomi, Pohjois-Pohjanmaa ja Heinola. Päätoimipaikka on Hämeenlinnassa. Toimintaa on kaikkiaan noin kymmenen kunnan alueella. Kuvioon 1 on merkitty ympyrällä paikkakunnat, joissa Elenia Lämpö Oy:llä on lämpökeskustoimintaa. Maakaasua käytetään polttoaineena omassa toiminnassa ja sitä toimitetaan asiakkaille kuudessa taajamassa. Sähköntuotantoa yhtiöllä on Hämeenlinnassa Vanajan voimalaitoksella, jossa tuotetaan sähköä valtakunnan verkkoon. (Lämpöliiketoiminta n.d.)

Elenian liikevaihto vuonna 2014 oli 74 miljoonaa euroa. Elenia työllistää noin 90 henkilöä. Elenia Lämpö Oy:llä on noin 5 000 asiakassopimusta ja noin 85 000 loppukäyttäjää. (Lämpöliiketoiminta n.d.)

1.4 Laukaan kaukolämpötoiminta

Kaukolämpötoiminta Laukaassa on alkanut 1980-luvun alussa. Tällä hetkellä kaukolämpöä tuotetaan Kantolantien päälämpökeskuksella ja Jokiniemen vara- ja huipputeholämpökeskuksella. Päälämpökeskus on yhteisteholtaan 14,5 MW. Käytössä on 4 kattilaa, joista yksi on 4 MW:n ja toinen 5 MW:n arinatoiminen puuta ja turvetta polttava kattila. Kaksi muuta on vara- ja huippukäytössä olevaa raskasöljykattilaa tehoiltaan 2,5 ja 3,0 MW. Laitoksella on myös savukaasupesuri, johon ohjataan biokattiloiden savukaasut. Savukaasupesurilla esilämmitetään kaukolämmön paluuvettä. Päälämpökeskuksen lisäksi Laukaan kaukolämpöverkossa on Jokiniemessä sijaitseva varalämpökeskus, jossa on kaksi öljykattilaa teholtaan 1,2 MW ja 2 MW. (Viljanen 2016.)

Polttoaineena lämpökeskuksen arinakattiloissa käytetään kuorta, kuivahaketta, metsähaketta, rankahaketta, kokopuuhaketta sekä jonkin verran palaturvetta. Öljykattilat käyttävät raskasta polttoöljyä ja Jokiniemen varalaitos kevytpolttoöljyä. Lämmön

kokonaistuotannosta noin 99 % on tuotettu puupolttoaineilla ja turpeella. (Viljanen 2016.)

Laukaan lämpökeskuksella työskentelee vakituisesti kolme henkilöä. Normaalisti laitosta hoidetaan yhdessä vuorossa (7.00–15.30) mutta kylmimpään aikaan (joulukuumaaliskuu) toimitaan kahdessa vuorossa. Miehittämättömään aikaan laitoksen toiminnasta vastaa päivystysvuorossa oleva henkilö. Päivystysrinkiin kuuluu tällä hetkellä kahdeksan henkilöä, jotka ovat Elenia Lämpö Oy:n Jyväskylän seudun työntekijöitä. (Viljanen 2016.)

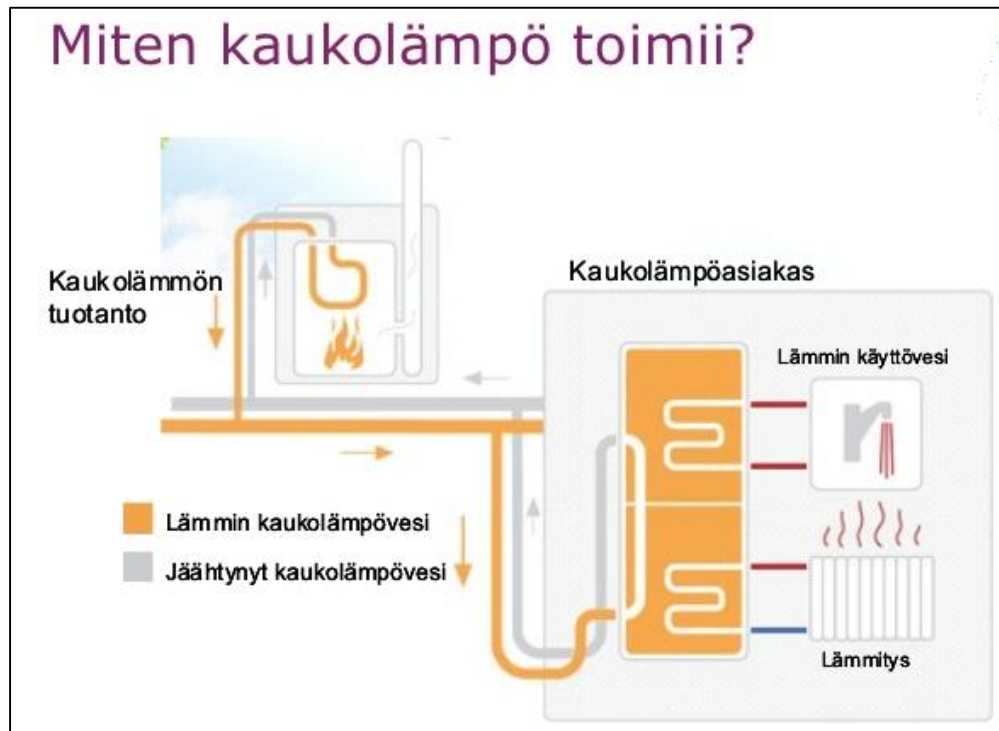
Laukaan lämpökeskuksen jakelualueella on tällä hetkellä noin 250 asiakasta, joista noin 50 % on pientaloja, noin 35 % kerros- ja rivitaloja ja loput kauppoja sekä terveydenhuoltoon ynnä muuhun liittyviä julkisia kiinteistöjä. (Viljanen 2016). Liitteessä 1 on esitetty Laukaan kirkonkylän kaukolämpöverkosto.

2 Kaukolämpö

2.1 Kaukolämmitys yleisesti

Kaukolämmitys on kiinteistöjen ja teollisuuden tarvitseman lämpöenergian keskitettyä tuotantoa ja jakelua. Kaukolämpöjärjestelmä koostuu lämmöntuotantolaitoksista, kaukolämpöverkosta ja asiakaslaitteista.

Kaukolämmitystä toteutetaan tyypillisesti liiketoiminnan muodossa, johon kuuluu kaukolämmön tuotanto ja jakelu. Kaukolämmitykselle on tyypillistä, että se tuotetaan keskitetysti voimalaitoksessa tai lämpökeskuksessa ja toimitetaan verkon välityksellä asiakkaille. Siirtoaineena toimii vesi tai höyry. Asiakkaina voivat olla asuintalot, teollisuus, liikerakennukset ja julkiset rakennukset. (Koskelainen ym. 2006, 25.) Kuviossa 2 on esitetty kaukolämmön toimintaperiaate.



Kuvio 2. Kaukolämmityksen toimintaperiaate (Kaukolämmityksen toimintaperiaate, 2011)

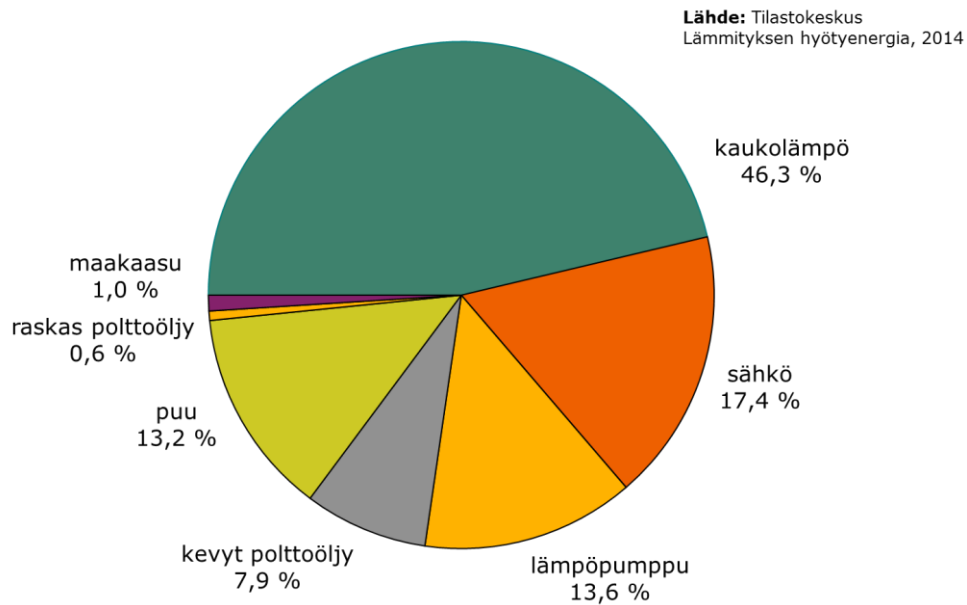
Kaukolämmitys on Suomessa yleisin lämmitysmuoto sillä noin 2,7 miljoonaa suomalaista asuu kaukolämpötaloissa (ks. Taulukko 1). Kaukolämmön tuotanto Suomessa vuonna 2015 oli 33 TWh, josta 74 % tuotettiin yhteistuotannossa sähkön kanssa ja loput 26 % erillistuotantona lämpökeskuksissa. Yhteistuotantosähkön määrä oli 11,8 TWh.

Taulukko 1. Tilastotietoja kaukolämmöstä vuodelta 2015 (Energiavuosi 2015.)

Kaukolämpöenergian myynti	33 TWh
<ul style="list-style-type: none"> yhteistuotantona erillistuotantona 	<ul style="list-style-type: none"> 24,4 TWh 8,6 TWh
Kaukolämpötalojen asukkaat	2,7 miljoonaa
Kaukolämmön markkinaosuus	45 %

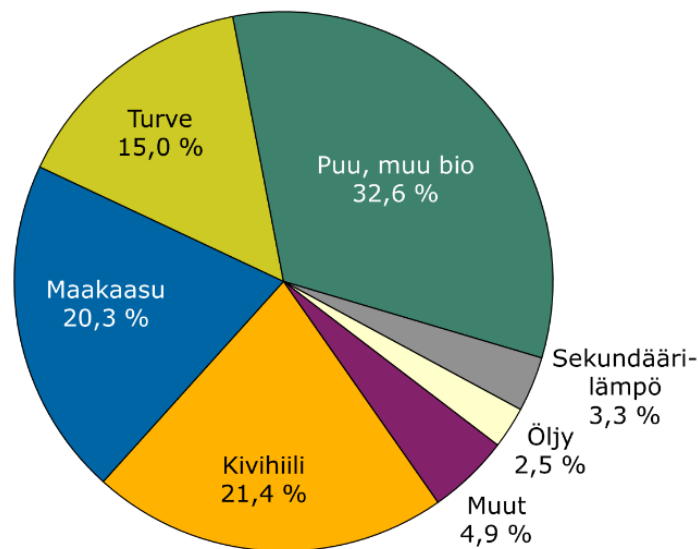
Kaukolämmitystä on tarjolla lähes Suomen jokaisessa kaupungissa ja taajamassa ja sillä on 46 %:n osuus Suomen lämmitysmarkkinoista. (ks. kuvio 3). Kaukolämmitys on

julkisten rakennusten ja kerrostalojen yleisin lämmitysmuoto, sillä se on sitä kannattavampaa, mitä tiheämmin asuttua seutu on ja mitä suurempia rakennukset ovat.
(Kaukolämmitys Suomessa n.d.)



Kuvio 3. Lämmitysmuotojen markkinaosuudet Suomessa vuonna 2014 (Energiavuosi 2015.)

Suurin osa Suomessa tuotetusta kaukolämpöenergiasta tuotetaan puupohjaisilla biopolttoaineilla (31,1 % vuonna 2015). Silti lähes puolet kaukolämmöstä tuotetaan edelleen fossiilisilla polttoaineilla. Fossiilisista polttoaineista kivihiilen osuus on noin puolet, maakaasu ja öljy kattavat loput (Energiavuosi 2015). Turve luetaan tilastoissa fossiiliseksi polttoaineeksi, vaikka se on hitaasti uusiutuva polttoaine. Kuviossa 4 on esitetty kaukolämmitykseen käytettyjen polttoaineiden suhteellisia osuuksia.



Kuvio 4. Kaukolämmön ja siihen liittyvään sähkön tuotantoon käytetyt polttoaineet vuonna 2015 (Energiavuosi 2015.)

Kuviosta 4 nähdään, että kaukolämpöenergiasta noin 45 % tuotetaan edelleen fossiililla polttoaineilla ja noin 35 % uusiutuvilla polttoaineilla.

2.2 Hyödyt, haitat, mahdollisuudet ja uhat

Kaukolämmityksen hyviä puolia on sen ympäristöystävällisyys etenkin biopolttoaineita käytettäessä. Se on myös energiatehokas lämmitysmuoto, sillä esimerkiksi yhteistuotantolaitoksissa sähkön ja kaukolämmön tuottamisessa päästään parhaimmillaan jopa 93 %:n hyötysuhteeseen. Lämpökeskuksissa ilman sähkön tuotantoa päästään noin 80 %:n hyötysuhteeseen. Savukaasujen puhdistus on isoissa ja keskitetyissä tuotantolaitoksissa korkealla tasolla verrattuna kiinteistökohtaiseen lämmitykseen. Suurissa yksiköissä pystytään myös käyttämään esimerkiksi teollisuuden jättepolttoaineita ja muita biopolttoaineita, jotka saattaisivat jäädä käyttämättä ilman lämpökeskuksia. Myös teollisuudessa syntyvää hukkalämpöä pystytään hyödyntämään kaukolämmön tuotannossa, mikäli kaukolämmön käyttökohteita löytyy riittävän läheltä. Kaukolämmityksen etu asiakkaiden kannalta on sen helppous, koska se ei vaadi heiltä merkittäviä käyttö- tai huoltotoimenpiteitä eikä omia polttoainevarastoja tai lämmityskattiloita. (Koskelainen ym. 2006, 25.)

Kaukolämmityksen haasteiksi voidaan mainita verkoston ja tuotantolaitosten vaatimat kalliit investoinnit, joiden takaisinmaksuaika venyy usein pitkäksi (Koskelainen ym. 2006, 25). Myös Suomen vaihtelevista sääolosuhteista johtuvat suuret vuoden aikana tapahtuvat kulutusvaihtelut aiheuttavat haasteita. Haasteellista kulutusvaihtelussa on laitosten mitoitus, koska yhtä tuotantolaitosta ei pystytä käyttämään kesän minimikuormalla, mikäli se mitoitetaan talven maksimikuorman mukaan. Ongelmaa on kuvattu tarkemmin luvussa 3.1.4.

Lämmön jakamisesta aiheutuvien siirtohäviöiden vuoksi kaukolämmitys ei sovellu harvaan rakennetuille alueille. Kaukolämmityksen haasteeksi voidaan myös luokitella se, ettei lämmön kuluttaja voi itse vaikuttaa käytettäviin polttoaineisiin. Samoin mahdolliset häiriötilanteet vaikuttavat kerralla moniin, elleivät kaikkiin kyseisessä kaukolämpöverkossa oleviin asiakkaisiin. (Koskelainen ym. 2006, 25.)

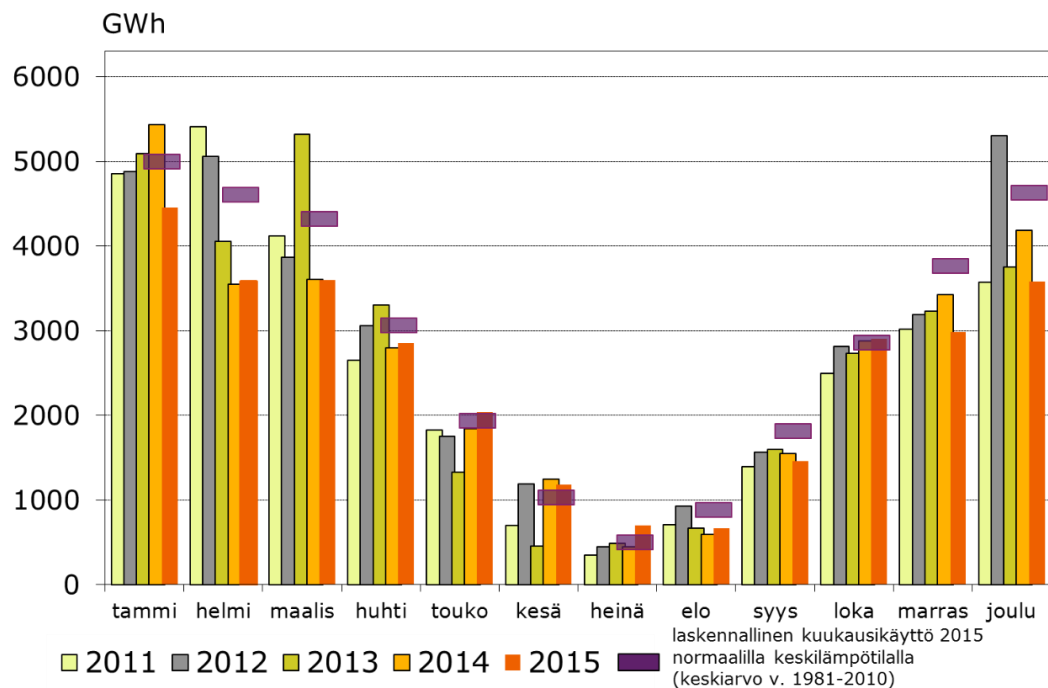
Kaukolämmityksen keskeisin kilpaileva lämmitysmuoto on pitkään ollut talokohtaiset lämmityskattilat, jotka ovat hyötysuhteeltaan ja käyttökustannuksiltaan kaukolämmön kanssa lähes samaa tasoa. Ainoastaan päästöjen vähentäminen onnistuu helpommin keskitetyssä laitoksessa. (Koskelainen ym. 2006, 26.) Viime vuosina kaukolämmön varteenotettavaksi kilpailijaksi on tullut maalämpö. Esimerkiksi Elenian jakealueella on tapauksia, joissa on siirrytty kaukolämmöstä maalämpöön jopa kerrostaloissa. (Viljanen 2016.) Siirtymiseen vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa sähkön alhainen hinta tällä hetkellä, aktiiviset maalämpöjärjestelmien kauppiat, porakaivotekniikan kehittyminen ja epätietoisuus investointien kannattavuuksista. Sähkön hinnan ollessa alhainen on lämpöpumpuilla lämmittäminen usein halvempaa kuin kaukolämpö. Tällöin myös investoinneille kaukolämmöstä pois saadaan lyhyt takaisinmaksuaika. Myös halpa öljy saattaa vähentää kaukolämmöstä kiinnostuneita asiakkaita varsinkin siinä tilanteessa, kun olisi mahdollisuus vaihtaa öljylämmitys kaukolämpöön.

Kaukolämmityksen laajentumista hidastaa osaltaan kaukolämpöverkon rakentamisen ja siihen liittymisen hinta. Kaukolämpöyhtiölle ei usein ole kannattavaa rakentaa uutta kaukolämpölinjaa pitkää matkaa, ellei matkan varrelta saada useita asiakkaita tai yhtä isoa asiakasta. Yksi syy heikkoon kannattavuuteen on se, että uudet omakotitalot ovat jo niin energiatehokkaita, ettei niiden kuluttamalla lämpöenergialla saada katettua verkoston rakentamisen kustannuksia nopeasti. Näiden seikkojen vuoksi

kaikki halukkaat eivät välttämättä aina pääse kaukolämpöasiakkaaksi, vaikka paikalla olisi kaukolämpötoimintaa.

2.3 Kaukolämpöenergian tarve

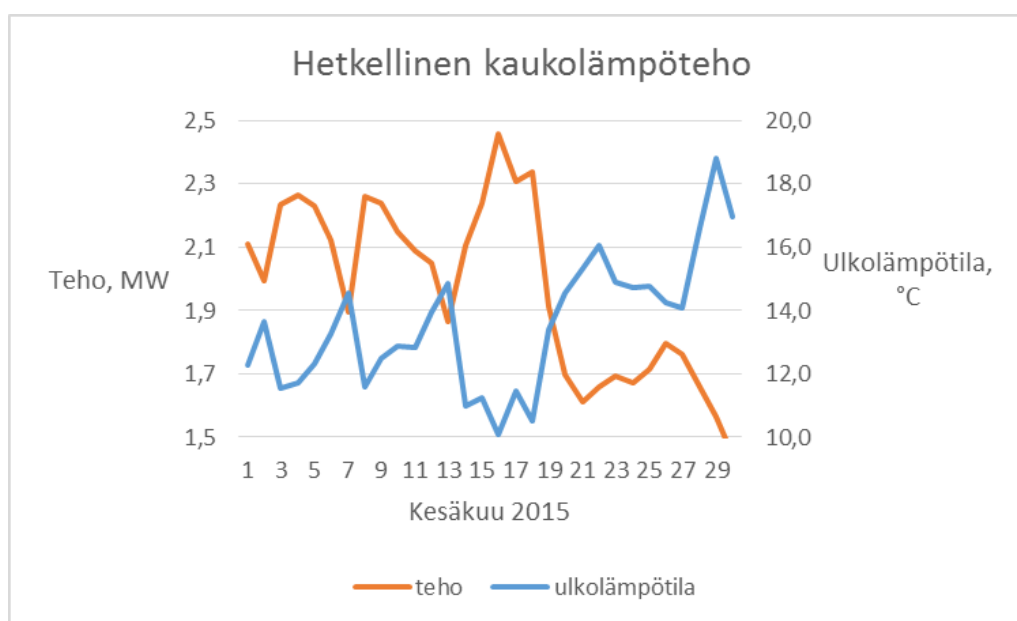
Kaukolämmityksen tehontarve määräytyy rakennusten ja käyttöveden lämmitystarpeen perusteella. Kaukolämmityksen tehontarve vaihtelee eri vuodenaikoina suuresti seuraten ulkolämpötilan vaihtelua. Suurimmillaan lämmitystarve on talvella pakkasilla ja pienimmillään kesällä, jolloin kaukolämpöä kuluu lähinnä lämpimän käyttöveden lämmittämiseen ja kaukolämpöverkon lämpöhäviöiden kattamiseen. (Koskelainen ym. 2006, 41.) Kaukolämmön kulutuksen kuukausivaihtelua Suomessa on kuvattu kuviossa 5.



Kuvio 5. Kaukolämmön kulutus Suomessa vuonna 2015 (Energiavuosi 2015)

Tyypillisesti lämmön tarve on kesällä vain noin 10 % talven kovimmista lämpötehon tarpeista (Huhtinen, M. Korhonen, R. Pimilä, T. Urpalainen, S. 2013, 320). Ilmiö näkyy hyvin kaukolämmön kulutusta kuvaavasta kuviosta 5.

Lämmöntarpeella on kuukausittaisen vaihtelun lisäksi myös viikko- ja vuorokausivaihtelua. Viikkovaihteluun vaikuttavat eniten säätilan muutokset. Viikkovaihtelussa näkyy viikonloppujen pienentynyt kulutus erityisesti teollisuuden ja julkisten rakennusten lämmöntarpeen vähentyessä. Tuntivaihtelussa on tyypillistä aamuhuippu, jonka aiheuttavat ilmastointilaitosten käynnistyminen ja lämpimän käyttöveden lisääntynyt kulutus. Iltahuipun aiheuttaa pääasiassa lämpimän käyttöveden kulutuksen kasvaminen. (Koskelainen ym. 2006, 41.) Kaukolämpötehon riippuvuutta ulkolämpötilasta on kuvattu kuviossa 6. Tiedot ovat Laukaan kaukolämpöverkosta kesäkuulta 2015.



Kuvio 6. Kaukolämpötehon riippuvuus ulkolämpötilasta (Muokattu lähteestä Pynnönen 2016.)

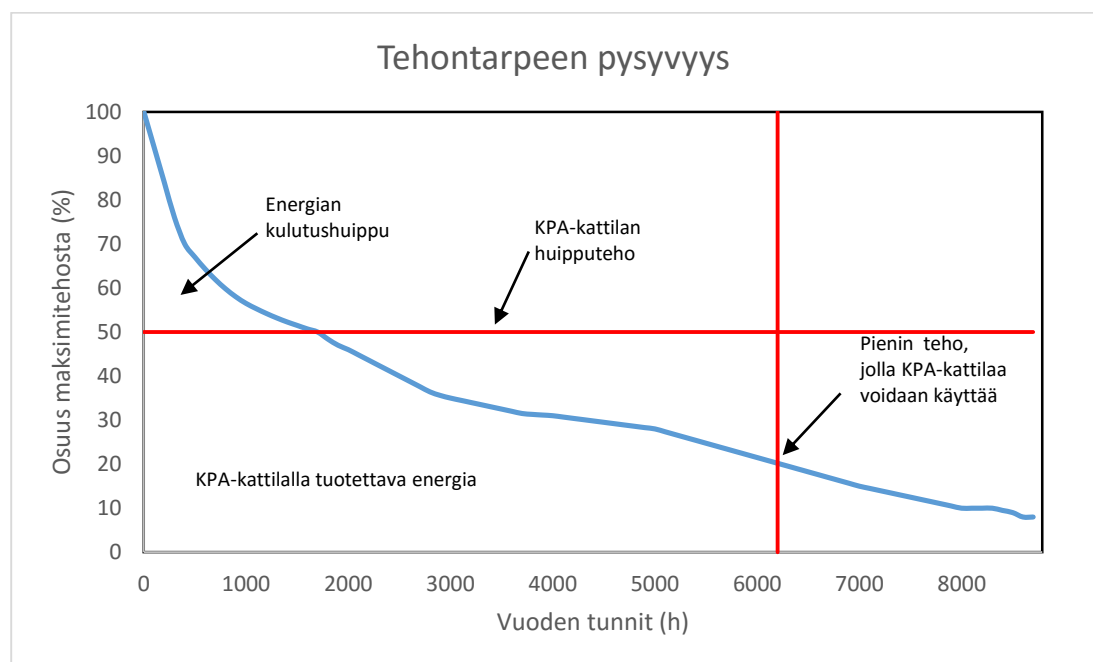
Kuviosta 6 nähdään, miten kaukolämmön lämmitystehontarve vaihtelee ulkolämpötilan muutosten mukaan.

2.4 Perus-, vara- ja huippulämpöteho

Peruskuorma- eli päälämpökeskuksilla tarkoitetaan laitoksia, joilla tuotetaan suurin osa kaukolämpöverkoston lämmöntarpeesta. Niiden nimellisteho mitoitetaan yleensä kattamaan 40–60 % verkon mitoitustehosta. Tällöin päälämpökeskuksella

tuotettavan energian osuus kokonaislämmitysenergiasta on noin 80 – 90 %. Päälämpökeskuksen tehon ylittäessä 60 % ei sen osuus vuotisesta kokonaisenergiasta tyypillisesti juurikaan kasva. (Koskelainen ym. 2006, 322.) Päälämpökeskuksissa käytetään usein kiinteitä polttoaineita ja jossain tapauksissa maakaasua. Normaalisti päälämpökeskukset ovat hankintakustannuksiltaan vara- ja huippulaitoksia kalliimpia mutta käyttökustannuksiltaan halvempia.

Vara- ja huippulämpökeskuksilla tuotetaan se osuus energiasta, jota ei päälämpökeskuksilla pystytä tuottamaan. Lisäksi samoilla laitoksilla tuotetaan lämpöä päälämpökeskusten huoltoseisokkien aikana, yleensä kesällä. Vara- ja huippulämpökeskukset eroavat toisistaan siten, että varalämpökeskusten tulee olla käynnistettävissä riittävän nopeasti eikä niitä jatkuvasti käytetä lämpöenergian tuotantoon. Huippulämpökeskuksia käytetään yleensä talvella kylmimpään aikaan vuodesta päälämpökeskusten rinnalla ja niitä voidaan käyttää myös kesäaikaan vähäisellä kuormalla. Varateho-
laitokset ovat yleensä kevytpolttoöljykäyttöisiä, koska ne on nopeita käynnistää ja kohtuullisen hintaisia investoida. Huippulämpökeskukset ovat usein myös öljykäyttöisiä, mutta myös esimerkiksi pellettiä käyttävät laitokset soveltuvat huippulämpökeskukseksi. (Koskelainen ym. 2006, 325.)



Kuvio 7. Kaukolämmön tehontarpeen pysyvyyskäyrä (Muokattu lähteestä Koskelainen ym. 2006, 322)

Kuviossa 7 on esitetty kaukolämpöverkon tehontarpeen pysyvyyskäyrä (sininen viiva). Verkon tarvitsema vuosienenergia on tämän käyrän alapuolelle rajoittuva pinta-ala. Päälämpökeskuksen eli KPA-kattilan huipputeho on kuvattu vaakasuoralla viivalla. Päälämpökeskuksen käytön alaraja on 20 % mitoitustehosta, johon on piirretty pystyviiva. Käytön alaraja tarkoittaa minimitehoa, jota pienemmällä teholla laitos ei enää pysy päällä. Päälämpökeskuksella tuotettava vuosienenergia on siten viivojen ja pysyvyyskäyrän rajaama pinta-ala. (Koskelainen ym. 2006, 323.) Pysty- ja vaakaviivojen ulkopuolelle jäävä pinta-ala joudutaan tuottamaan vara- ja huipunkäyttölämpökeskuksilla. Pysyvyyskäyrästä näkyy myös jyrkkä nousu kohti huipputehoa, minkä takia päälämpökeskusten lämpötehon nostaminen ei juurikaan lisää sillä tuotettavaa energiamäärää vuodessa.

Pienten kaukolämpöverkkojen energiantuotanto on usein mitoitettu siten, että peruslämmityslaitos ja lisälämmityskattilat ovat yhteenlasketulta teholtaan hieman mitoitustehoa suuremmat. Tällöin peruslämmityslaitosten vikaantuessa ei pystytä tuottamaan täyttä tehoa, mutta saadaan ylläpidettyä riittävä lämmitysteho kaukolämpöverkostossa. (Koskelainen ym. 2006, 325.)

2.5 Kaukolämmön tuotanto

Kaukolämpöä tuotetaan lämpökeskuksissa sekä CHP-voimalaitoksissa (combined heat and power). Suomen kaukolämpöenergiasta CHP-laitoksissa tuotetaan noin 73 % ja loput 27 % erillisissä lämpökeskuksissa (Energiavuosi 2015). Tuotantolaitokset pitävät sisällään polttoaineen ja tuhkan käsittelylaitteet, polttolaitteet, kattilan (yksi tai useampia), pumpput, putket ja muut apulaitteet, sähkö- ja automaatiolaitteet sekä savukaasujen puhdistuslaitteet. CHP-laitokset sisältävät lisäksi turbiinin ja generaattorin. (Koskelainen ym. 2006, 327.)

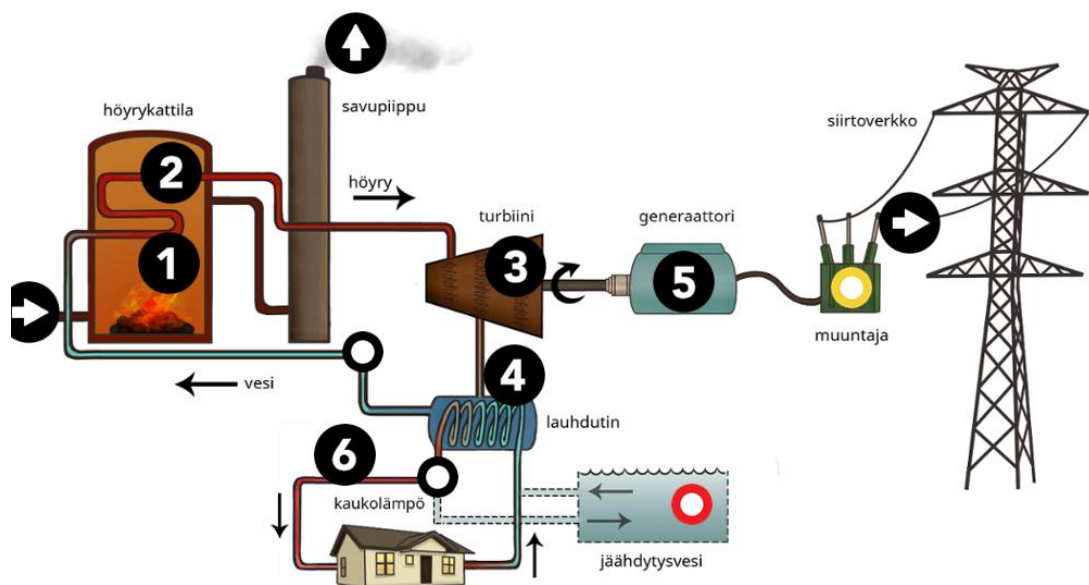
2.5.1 CHP-laitokset

Höyryvoimalaitokset jaetaan turbiinista ulos tulevan höyryn perusteella CHP-laitoksiin ja lauhdutusvoimalaitoksiin. CHP-laitoksissa höyryn paine ja sen myötä

lauhtumislämpötila ovat niin korkeita, että höyryä voidaan käyttää lämmitystarkoitukseen. Esimerkiksi höyryn paineen ollessa turbiinin jälkeen 1 baari, on sen lämpötila 100 °C. Kaukolämmön menoveden lämpötilan vaihtelu 60 °C:n 115 °C:n välillä asettaa minimivaatimukset höyryn paineelle ja lämpötilalle turbiinin jälkeen. Lauhdutusvoimalaitoksissa höyryn lauhtumislämpötila on niin matala, ettei sitä voida käyttää lämmitystarkoituksiin, joten ne tuottavat vain sähköä. (Huhtinen ym. 2013, 12.)

Kaukolämmön ja sähkön yhteistuotannolla päästään parhaimmillaan jopa 93 %:n hyötysuhteeseen, kun lauhdutusvoimalaitoksissa hyötysuhde kiinteillä polttoaineilla on parhaimmillaan vain noin 35 %. (Huhtinen ym. 2013, 282.)

CHP-laitoksissa käytetään kiinteillä polttoaineilla arina, kierto- ja leijupetikattiloita. Kaasua poltettaessa käytetään kaasuturbiineita, sekä kaasuturbiinin ja höyryvoimalaitoksen yhdistäviä combi-voimalaitoksia. CHP-laitokset voivat olla myös moottorivoimalaitoksia, jotka käyttävät polttoaineena öljyä tai kaasua. (Huhtinen ym. 2013, 6.)



Kuvio 8. CHP-voimalaitoksen toimintaperiaate (Yhteistuotanto 2015.)

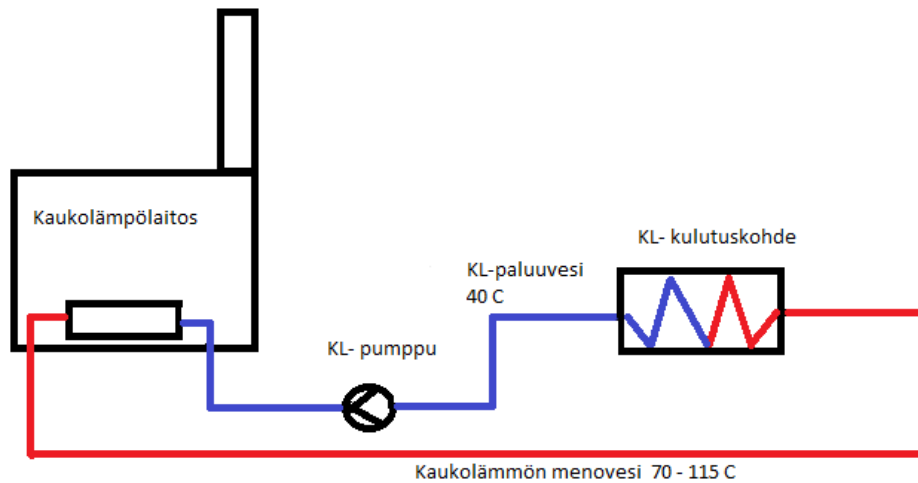
CHP-laitoksen toimintaperiaatteessa (ks. kuvio 8) vesi höyrystetään kattilassa korkeimmillaan noin 550 °C lämpötilaan ja 150 baarin paineeseen. Kattilasta höyry johdetaan turbiiniin. Turbiinissa höyry paisuu ja saa turbiinin pyörimään. Akseli pyörittää

generaattoria, mikä tuottaa sähköä. Turbiinissa höyryn paine ja lämpötila putoavat ja höyry johdetaan turbiinin loppupäässä kaukolämmön vaihtimelle. Höyryä voidaan ottaa myös turbiinin väliotosta kaukolämpövaihtimelle. (Huhtinen ym. 2013, 47.) Kaukolämmönvaihtimelta lauhdevesi menee syöttövesisäiliöön ja sieltä syöttövesipumpun kautta takaisin kattilaan ja lähtee näin uudelle kierrokselle.

2.5.2 Lämpökeskukset

Lämpökeskukset tuottavat vain lämpöenergiaa. Ne toimivat kaukolämmön tuottajina paikkakunnilla tai jollain muulla alueella, missä on riittävän paljon lämmön tarvitsijoita, esimerkiksi teollisuusalueilla. Lämpökeskus voi tuottaa lämpöenergiaa myös vain yhdelle asiakkaalle, kuten kylpylälle tai koululle. Tällaisia pienempiä lämpökeskuksia hoitavat tyypillisesti lämpöyrittäjät. Lämpökeskuksia käytetään myös vara- ja huipunkäyttölaitoksina kaukolämpöverkoissa, minkä pääasiallinen lämmöntuottaja on CHP-laitos. (Koskelainen ym. 2006, 282.) Lämpökeskusten yleisimmät polttoaineet ovat puu eri muodoissaan, kuten hake, kuori, pelletti sekä öljy. Lämpökeskusten yleisimmät kattilatyypit ovat arinakattila ja tulitorvikattila.

Lämpökeskusten kattila ja polttoprosessi ovat hyvin samankaltaisia CHP-laitosten kanssa. Ainoastaan lämpötilat ovat matalampia, koska vettä ei höyrystetä. Lämpökeskuksissa, joissa ei tuoteta höyryä, on kattilaveden lämpötila korkeintaan 120 °C, kun se CHP-laitoksissa voi olla yli 500 °C. Lämpökeskuksilla päästään tyypillisesti noin 85 - 93 % polttoainehyötysuhteeseen. (Koskelainen ym. 2006, 282.) Lämpökeskuksen toimintaperiaate on esitetty kuviossa 9.



Kuvio 9. Lämpökeskuksen toimintaperiaate

2.5.3 Yleisimmät kattilatyyppit

Kaukolämmityksen yleisimpiä kattilatyypppejä kiinteillä polttoaineilla ovat arinakattilat, leijupetikattilat ja kiertopetikattilat. Vara- ja huippukäytössä sekä neste- ja kaasupolttoaineilla yleisin kattilatyyppi on tulitorvikattila. Taulukkoon 2 on koottu tyypillisiä kattilavalintoja eri teholuokissa.

Taulukko 2. Puun, turpeen ja öljyn polton tyypilliset tehot polttotavoittain (Koskelainen ym. 2006, 285)

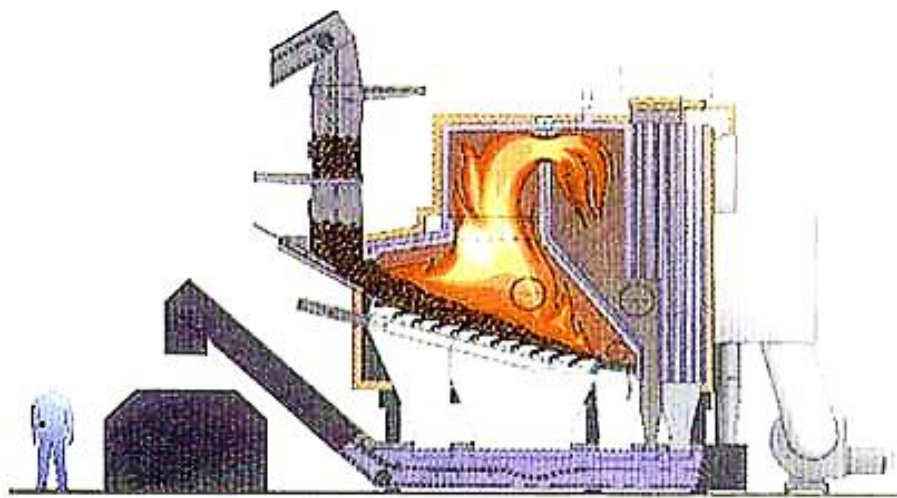
Polttotapa	Pienin teho, MW	Tyypillinen teho, MW
Mekaaninen arina	1	2-30
Kerrosleijupoltto	2	10–100
Kiertoleijupoltto	5	>20
Kaasutuspolttto	0,5	2–20
Tuliputki	0,1	<15

Arinakattilat ovat kiinteille polttoaineille suunniteltuja kattiloita. Arinapoltto oli ensimmäinen kiinteiden polttoaineiden polttomenetelmä teollistumiskauden alusta lähtien. Arinakattilat ovat yleisin kattilatyyppi pienillä ja keskisuurilla tehoilla. Etenkin

omakoti- ja kiinteistökokoluokassa arinakattiloita käytetään runsaasti. Isommissa teholuokissa arinakattilat eivät ole enää niin yleisiä suurimpien teollisuuskattiloiden tehon ollessa noin 80 MW. (Koskelainen ym. 2006, 285.)

Arinakattilan etuja on, että sillä voidaan käyttää polttoaineita, joissa on suuri partikkelikoko. Arinakattiloilla on myös pieni omakäyttötehon tarve. Heikkoutena arinakattiloilla on niiden hidas säädettävyys ja suuri palamattoman polttoaineen määrä. (Koskelainen ym. 2006, 286.)

Polttoaine syötetään arinakattiloissa arinoiden päälle koko leveydelle. Polttoaine palaa liikkuvien arinoiden päällä. Arinarautojen liikkua polttoaine siirtyy samalla eteenpäin ja lopussa palanut polttoaine putoaa tuhkakaukaloon, mikä on usein täytetty vedellä. Palamisessa syntyneet savukaasut johdetaan kattilan lämmöntalteenotto-osiin, joissa vettä höyrytetään tai lämmitetään. (Koskelainen ym. 2006, 286.)



Kuvio 10. Arinakattilan periaatekuva (Arinakattila n.d.)

Leijukerrostekniikka alettiin kehittää 1970- luvun puolivälissä ja ensimmäiset kaupalliset laitokset valmistuivat vuosikymmenen lopussa. Tänä päivänä leijupetikattilat ovat yleinen polttotapa monipolttoainekattiloissa. (Koskelainen ym. 2006, 289.)

Leijukerros polttoa hyödyntäviä kattiloita on kahdenlaisia: leijupeti- ja kiertopetikattiloita. Molemmissa tavoissa hiekkapedin alle puhalletaan ilmaa. Leijupetikattiloissa

hiekkaa leijutetaan ja polttoaine syötetään leijuvaan hiekkapedin päälle. Kiertopetikatiloissa hiekkapetiin puhalletaan niin paljon ilmaa, että se nousee ylös, josta se palautuu syklonin kautta takaisin kattilan alaosaan. Polttoaine syötetään hiekan joukkoon. (Koskelainen ym. 2006, 290.)

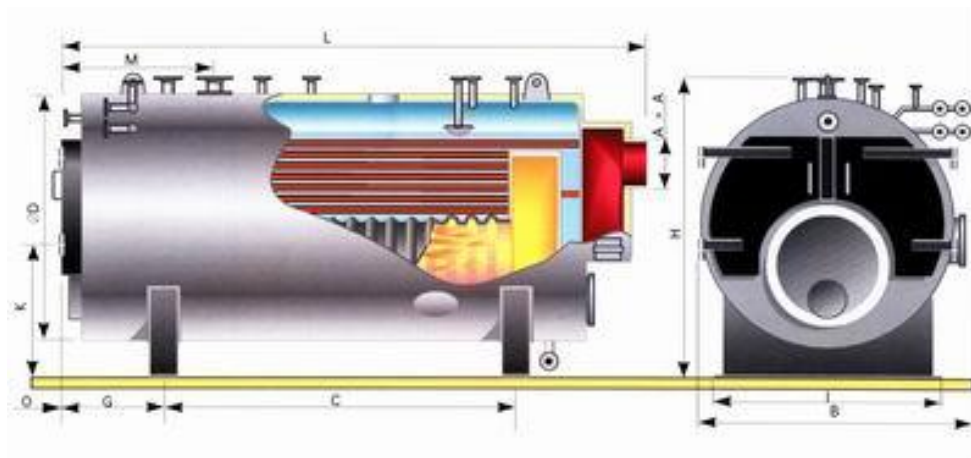
Leijutekniikkaa hyödyntävät kattilat soveltuvat monenlaisille polttoaineille yhtäaikaaisesti. Niissä palaminen tapahtuu puhtaasti ja ne toimivat hyvin myös pienellä kuormalla, eikä niissä jää palamatonta polttoainetta juuri ollenkaan. Lisäksi leijukattiloissa voidaan polttaa jopa 90 %:n kosteuden omaavia polttoaineita. Tämä onnistuu siitä syystä, että noin 750 – 950 °C hiekkapeti varaa paljon lämpöä ja tasaa näin tehokkaasti lämpötilan vaihteluita sekä kuivattaa polttoainetta. (Koskelainen ym. 2006, 290.)



Kuvio 11. Kiertopetikattila (Kiertopetikattila n.d.)

Vara- ja huippukäytössä käytetään useimmiten **tulitorvi-tuliputkikattiloita**. Tulitorvikattilat soveltuvat öljyn ja kaasun polttamiseen. Tulitorvikattiloita suositetaan vara- ja huippukäytössä, koska ne ovat nopeita käynnistää, yksinkertaisia, kokoonsa nähden tehokkaita ja melko edullisia investoita. (Koskelainen ym. 2006, 282.)

Tulitorvi-tuliputkikattilassa polttoaineen palaminen tapahtuu tulitorvessa. Palamisessa muodostuvat savukaasut johdetaan kääntökammioiden kautta tuliputkiin. Tuliputkista savukaasut viedään syöttöveden esilämmittimeen tai suoraan savupiipuun. Tulitorvea ja tuliputkia ympäröi vesitila. Kattilassa voi olla yksi tai kaksi tulitorvea. Tulitorvi-tuliputkikattilat ovat niin sanottuja suurvesikattiloita, joissa kattilan vesimäärä on suhteellisesti paljon suurempi, kuin vesiputkikattiloissa. Kattiloiden teho on yleensä enintään 15 MW per tuliputki ja paine alle 20 baaria. Öljy- ja kaasukäyttöiset kattilat ovat nykyään 12 – 15 MW kattilatehoon asti tulitorvi-tuliputkikattiloita. (Koskelainen ym. 2006, 282.)



Kuvio 12. Tulitorvikattila (Tulitorvikattila n.d.)

2.6 Kaukolämmön jakelu

Kaukolämpöenergia siirretään kattilasta tai kaukolämmönvaihtimesta veteen tai höyryyn, joka kiertää kaukolämpöverkostossa. Lämmennyt vesi/höyry siirretään verkostoa pitkin kuluttajakiinteistöjen omaan lämmitysverkostoon, josta se palautuu kierto-

vesipumpun kautta jäähtyneenä takaisin kattilaan/lämmönvaihtimeen. Kaukolämpöverkko koostuu lämmöntuotantolaitoksista, kaukolämpöverkosta ja asiakaslaitteista. (Koskelainen ym. 2006, 198.)

Lämpöenergiaa voidaan syöttää kaukolämpöverkkoon yhdestä, tai useasta lämmönlähteestä. Tyypillisesti verkostossa on yksi tai kaksi peruskuormaa tuottavaa laitosta ja 1 – 3 vara- ja huippulämpötehoa syöttävää laitosta, riippuen verkoston koosta ja asiakkaista. Vara- ja huipputeholaitosten ollessa toiminnassa voivat ne syöttää lämpötehoa samaan aikaan kun päälaitos tai niillä voidaan lämmitellä ”saarekkeessa” tiettyä verkoston aluetta. Tällöin niiltä ei vaadita niin suurta pumppaustehoa.

Hetkellinen kaukolämpöjohdoissa siirtyvä kaukolämpöteho voidaan laskea seuraavilla kaavoilla.

$$\dot{m} = Q * q_{vesi}$$

$$P = \dot{m} * \Delta T * c_{vesi}$$

Missä

P = teho (kW)

Q = tilavuusvirta, (m³/s)

\dot{m} = veden massavirta (kg/s)

q_{vesi} = veden tiheys (kg/m³)

ΔT = meno- ja paluuveden lämpötilaero (°C)

c_{vesi} = veden ominaislämpökapasiteetti (kJ/(kg*°C))

(Koskelainen ym. 2006, 198)

2.6.1 Kaukolämpöverkosto Suomessa

Suomessa kaukolämpö siirretään asiakkaille kaksiputkijärjestelmällä, joista toinen on meno ja toinen paluuputki. Kaukolämmön siirron menolämpötila vaihtelee 60 ja 115 °C:n välillä, ja paluulämpötila 40 – 50 °C:n välillä. Tyypillisesti kaukolämpöverkosto ja

laitteet mitoitetaan kestäämään 120 °C lämpötila ja 16 baarin maksimipaine. (Koskelainen ym. 2006, 137.)



Kuva 1 Kaukolämpöputkia (Nuutinen 2015.)

Kaukolämmön kiertovesipumppu sijoitetaan yleensä siten, että se pumppaa kaukolämmön paluuveden kattilan tai kaukolämpövaihtimen läpi. Lämmin vesi kiertää kaukolämpöverkossa ja luovuttaa lämpönsä asiakkaiden lämmönvaihtimilla, josta se palaa takaisin pumpun kautta lämmöntuotantoyksikölle. Kaukolämpöverkossa käytetään myös välipumppaamoita silloin jos välimatka tai korkeusero ja siitä johtuva painehäviö ovat suuret kulutuskohteiden ja laitoksen välillä. (Koskelainen ym. 2006, 137.)

Kaukolämpöverkon paine tulee olla niin korkea, ettei vesi pääse kiehumään missään tilanteessa. Tämän vuoksi kaukolämpöverkossa pitää olla kiertovesipumpun lisäksi paineenpitopumppu, joka pitää kaukolämpöveden paluupaineen riittävän korkeana, tyypillisesti yli 2 baarissa. Kaukolämmön kuluttajalaitteet vaativat minimissään noin 0,6 bar:n paine-eron toimiakseen kunnolla. Tämä asettaa minimivaatimuksen kaukolämmön pumppaukselle, jotta jokaiselle asiakkaalle pystytään toimittamaan riittävä paine-ero ja vesivirtaus. (Koskelainen ym. 2006, 137.)

2.6.2 Varatehon siirtokyky kaukolämpöverkossa

Varalämpökeskusten sijoittamisessa kaukolämpöverkkoon on ratkaisevaa laitoksen nimellistehon lisäksi myös lämpötehon siirrettävyys kaukolämpöverkostossa. On mahdollista, että vaikka varalämpökeskusten nimellisteho riittää koko verkoston lämmöntarpeeseen, niin kaikkea lämmitystehoa ei silti saada siirrettyä koko verkoston alueelle. Verkon tehonsiirtokykyä rajoittavia tekijöitä ovat:

- putkikoko
- sallittu painetaso, painehäviö ja paine-ero
- lämmöntuotantolaitoksen pumpun maksimi mitoitus
- siirtohäviöt

(Koskelainen ym. 2006, 198.)

Lämpötehon siirrettävyydessä tulee huomioida myös, että veden virtausnopeuden verkostossa tulisi olla välillä 1 – 4 m/s. (Henell 2014.) Suuremmalla virtausnopeudella painehäviöt kasvavat suuriksi, kun taas pienemmällä virtausnopeudella lämpöhäviöt kasvavat. Suurin virtausnopeuteen vaikuttava tekijä on putkikoko.

Nesteen virtausnopeus putkessa voidaan laskea seuraavalla kaavalla.

$$v = \frac{Q}{A}$$

Missä

v = virtausnopeus, (m/s)

Q = tilavuusvirta, (m³/s)

A = putken sisätilavuus, (m²)

Mikäli varalämpökeskus sijaitsee päälämpökeskuksen yhteydessä, niin voidaan niissä käyttää samaa kiertovesipumppua. Varalämpökeskuksia sijoitetaan usein myös erillisen päälämpökeskukselta, jolloin niillä pitää olla oma kiertovesipumppu, jotta saadaan lämmin vesi siirtymään varalämpökeskukselta kaukolämpöverkostoon. Tällöin kiertovesipumpun tulee olla riittävän tehokas, jotta sillä pystytään tuottamaan niin suuri paine-ero, että vesi kiertää verkostossa oikeaan suuntaan. Toinen vaihtoehto on se, että varalaitoksella ajetaan tiettyä verkoston aluetta omana ”saarekkeena”, jolloin kiertovesipumpulta ei vaadita niin suurta tehoa.

Apuna verkoston tehon siirtymisen arvioimisessa voidaan käyttää verkostomallinnusta. Verkostojen virtauslaskennan tehtävänä on selvittää painesuhteet ja virtaukset verkon eri osissa. Laskennalla pyritään simuloimaan verkoston toimintaa mahdollisimman tarkasti ja saadaan näin etukäteen tietoa paineiden ja vesivirtausten käyttäytymisestä verkostossa. (Koskelainen ym. 2006, 218.) Verkostomallinnusta tekevät esimerkiksi insinööritoimistot, kuten Pöyry ja Elomatic.

2.7 Varatehon mitoitus

Kaukolämmön tuotantokapasiteetin mitoittamisessa lähtökohta on, että asiakkaan lämmöntarve pystytään turvaamaan riittävän luotettavasti kaikissa olosuhteissa. Lämmön toimitusvarmuuden vaatimukset vaihtelevat asiakastyypin mukaan. Asuinrakennusten lämmityksessä lyhyt toimituskatko ei yleensä aiheuta ongelmia, koska rakenteet varastoivat lämpöä useiksi tunneiksi. Sen sijaan lämpimän käyttöveden valmistuksessa lämmityskatkot vaikuttavat nopeasti, mikäli lämmön tuotanto keskeytyy. Erikoiskohteissa, kuten sairaaloissa ja julkisissa rakennuksissa, vaatimukset lämmön toimituksen luotettavuudelle ovat korkeammat kuin esimerkiksi asuintaloissa. (Koskelainen ym. 2006, 326.)

Yleensä varalämmitysteho mitoitetaan niin, että verkoston suurimman lämmöntuotantoyksikön vikaantuessa varayksiköllä pystytään tuottamaan kaikki tarvittava lämpöteho. Mitoituslämpötilana käytetään sitä ulkolämpötilaa, jolla koko verkosto on mitoitettu. Varatehon suuruuteen vaikuttaa osaltaan myös se minkä tyyppisiä asiakkaita verkossa on. Kriittisillä asiakkailla, kuten sairaaloilla tai kouluilla, saattaa olla myös erillisiä varalämmityskattiloita tai järjestelmiä. (Koskelainen ym. 2006, 326.)

Kaukolämmön mitoituslämpötilat ovat paikkakuntakohtaisia. Ne ovat Etelä-Suomessa yleensä -26 °C, pohjoisessa -38 °C ja Keski-Suomessa -32 °C. (Koskelainen ym. 2006, 326.)

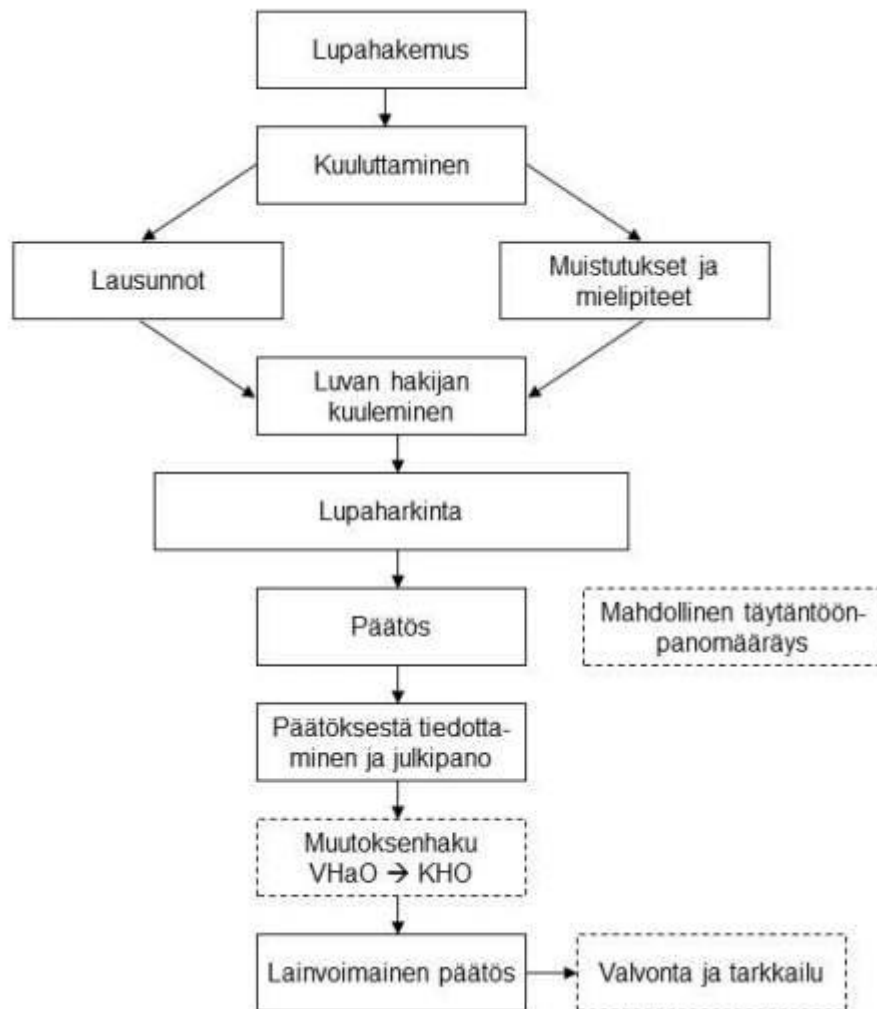
2.8 Varalämpökeskuksen suunnittelu ja lupaprosessi

2.8.1 Lähtökohdat

Syitä uuden vara- ja huipputeholämpökeskuksen rakentamiseen voi olla useita. Kasvanut lämpötehon tarve ja käytössä olevien laitosten käyttöiän päättymisen lienevät yleisimpiä syitä. Usein voi olla helpompaa ja edullisempaa rakentaa kokonaan uusi laitos kuin purkaa ensin vanha pois ja tehdä sen tilalle uusi. Vanhan kattilan tilalle rakennettaessa voi myös mahdollisesti aiheutua katkoksia kaukolämmön tuotantoon.

Uutta laitosta suunniteltaessa päätetään, sijoitetaanko se jo olemassa olevalle laitosalueelle vai rakennetaanko kokonaan uudelle tontille. Uudelle paikalle sijoitettaessa tulee ottaa huomioon, mikä olisi verkoston kannalta hyvä sijoituspaikka sekä mistä laitokselle voidaan saada tontti. Pitää myös päättää tulevan laitoksen polttoaine ja siltä vaadittava lämpöteho. Kun kyseessä on vara- ja huipputeholaitos, valitaan polttoaineeksi usein öljy.

Lähtötietojen kartoittamisen jälkeen alkaa monivaiheinen lupaprosessi. Lämpökeskuksen hankinnassa lupaprosessin vaiheet määräytyvät tulevan laitoksen lämpötehon, käytettävän polttoaineen, ympäristövaikutusten, toiminnan laajuuden ja sijoituspaikan mukaan. Kuviossa 13 on esitetty yleisellä tasolla lupakäsittelyn eri vaiheet. Ympäristölupa, rakennuslupa, poikkeuslupa ja ympäristövaikutusten arviointi etenevät kaikki saman kaavion mukaisesti.



Kuvio 13. Lupakäsittelyn vaiheet kaaviona (Lupakäsittelyn vaiheet n.d.)

2.8.2 Ympäristövaikutusten arviointi

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn (YVA) tarkoituksena on varmistaa, että ympäristövaikutukset selvitetään riittävän tarkasti silloin, kun hanke aiheuttaa merkittäviä haitallisia ympäristövaikutuksia. YVA-menettelyn tavoitteena on myös lisätä kansalaisten mahdollisuuksia osallistua ja vaikuttaa hankkeiden suunnitteluun. Toimivaltaisena viranomaisena YVA menettelyssä toimii elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY). (Ympäristövaikutusten arviointi n.d.)

Valtioneuvoston asetus ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (713/2006) määrittelee kriteerit, milloin ympäristövaikutusten arviointi tulee tehdä energiantuotantolaitosten kohdalla:

energian tuotanto:

a) kattila- tai voimalaitokset, joiden suurin polttoaineteho on vähintään 300 megawattia;

Kaukolämmöntuotantolaitosten kohdalla vaaditaan ympäristövaikutusten arviointi siinä tapauksessa, jos laitoksen teho on vähintään 300 MW (A 17.08.2006/713), joten sitä ei tarvitse tehdä pienille vara- ja huipputeholämpökeskuksille.

2.8.3 Ympäristölupa

Ympäristönsuojelulaki (YSL 527/2014) ja ympäristönsuojeluasetus (YSA 713/2014) määrittelevät, että ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavalla toiminnalla on oltava ympäristölupa. Ympäristönsuojelulain (527/2014) liitteessä 1 määritellään, milloin energiantuotantolaitoksilla vaaditaan ympäristölupa:

Taulukko 1 Direktiivilaitokset

3. Energian tuotanto

a) Polttoaineiden polttaminen laitoksessa, jonka polttoaineteho on 50 megawattia tai enemmän; laitoksen polttoainetehoa määritettäessä lasketaan yhteen kaikki samalla laitosalueella sijaitsevat energiantuotantoyksiköt

b) Taulukon 1 soveltamisalaan kuuluvista laitoksista tulevien hiilidioksidivirtojen talteenotto geologista varastointia varten direktiivin 2009/31/EY nojalla

Taulukko 2 Muut laitokset

3. Energian tuotanto

a) Polttoaineiden polttaminen laitoksessa, jossa on yksi tai useampi polttoaineteholtaan vähintään 20 megawatin kiinteää polttoainetta polttava energiantuotantoyksikkö ja laitosalueen kaikkien energian-

tuotantoyksiköiden yhteenlaskettu polttoaineteho on alle 50 megawattia

b) Ydinvoimalaitos

(YSL 4.9.2014/527)

Edellä mainittujen lakipykälien lisäksi ympäristönsuojelulaissa on määritelty tilanteita, milloin vaaditaan ympäristölupa, vaikka edellä mainitut kriteerit eivät täyttyisi. Tilanteita voivat olla muun muassa:

Ympäristönsuojelulaissa on lisäksi neljässä eri kohdassa säädetty luvanvaraisiksi tietyntylaisia vaikutuksia aiheuttavat ja eräät muut toiminnot:

- 1. toimintaan, josta saattaa aiheutua vesistön pilaantumista eikä kyse ole vesilain mukaan luvanvaraisesta hankkeesta (YSL 27.2 § 1 kohta),*
- 2. jätevesien johtamiseen, josta saattaa aiheutua ojan, lähteen tai vesilain 1 luvun 3 §:n 1 momentin 6 kohdassa tarkoitetun noron pilaantumista (YSL 27.2 § 2 kohta),*
- 3. toimintaan, josta saattaa ympäristössä aiheutua eräistä naapurussuhteista annetun lain (26/1920) 17 §:n 1 momentissa tarkoitettua kohtuutonta rasitusta (YSL 27.2 § 3 kohta),*
- 4. ympäristönsuojelulain liitteessä 2 tarkoitetun asfalttiaseman, energiantuotantolaitoksen ja jakeluaseman toimintaan, jos toiminta sijoitetaan tärkeälle tai muulle vedenhankintakäyttöön soveltuvalla pohjaviesialueelle. Lisäksi lain liitteessä 1 ja 2 tarkoitettuun, mutta niitä vähäisempään toimintaan ja liitteessä 2 tarkoitettuun kemiallisen pesulan toimintaan on oltava ympäristölupa, jos toiminta sijoitetaan tärkeälle tai muulle vedenhankintakäyttöön soveltuvalla pohjavesialueelle ja toiminnasta voi aiheutua pohjaveden pilaantumisen vaaraa (YSL 28 §)*

(Ympäristölupa n.d.)

Ympäristönsuojeluasetuksessa (YSA 165/2000) artiklassa 9 § määritellään, mitä tietoja ympäristölupahakemuksen tulee sisältää:

Lupahakemuksen tulee sisältää:

- 1) hakijan yksilöinti, yhteystiedot sekä laitoksen nimi, toimiala ja sijaintipaikka;*
- 2) tiedot kiinteistöstä ja sillä sijaitsevista laitoksista ja toiminnasta sekä näiden haltijoista;*
- 3) yleiskuvaus toiminnasta;*
- 4) lupaharkinnan kannalta tarpeelliset tiedot toiminnan tuotannosta, prosesseista, laitteistoista, rakenteista ja niiden sijainnista;*
- 5) tiedot toiminnan sijaintipaikasta ja sen ympäristöolosuhteista;*
- 6) tiedot toiminnan päästöjen laadusta ja määrästä veteen, ilmaan ja maaperään sekä toiminnan aiheuttamasta melusta ja tärinästä;*
- 7) tiedot syntyvistä jätteistä sekä niiden ominaisuuksista ja määrästä;*
- 8) arvio toiminnan eri vaikutuksista ympäristöön;*
- 9) toiminnan suunniteltu aloitusajankohta;*
- 10) selvitys toiminnan sijaintipaikan rajanaapureista sekä muista mahdollisista asianosaisista, joita toiminta ja sen vaikutukset erityisesti saattavat koskea.*

(YSA 18.2000/169)

Lisäksi lupahakemukseen tulee tarpeen vaatiessa liittää tietoja esimerkiksi jätevesipäästöistä, asemakaavasta, syntyvistä jätteistä, maaperän laadusta tai pohjaveden suojelutoimenpiteistä.

Ympäristöluvan toimivaltainen lupaviranomainen voi olla aluehallintovirasto tai kunta riippuen siitä miten suuresta ja ympäristöriskiä aiheuttavasta toiminnasta on kysymys. Taulukossa 3 on esitetty, kuka on milloinkin ympäristöluvan toimivaltainen lupaviranomainen.

Taulukko 3 Toimivaltainen lupaviranomainen (Ympäristölupa n.d.)

Aluehallintovirasto	Kunnan ympäristönsuojeluviranomainen
Merkittävimmät ja alueellisesti merkittävät ympäristöluvat (YSA 1 §)	Muut ympäristöluvat (YSA 2 §)
Toiminta, jolle tarvitaan sekä vesilain että YSL:n mukainen lupa (YSL 34 §)	

Haettaessa lupaa alle 50 MW tehoisella tuotantolaitokselle, on toimivaltainen viranomainen yleensä kunta, mikäli ei tarvita sekä ympäristö- että vesilain mukaista lupaa.

Alle 20 MW vara- ja huippulämpökeskusten kohdalla saatetaan tarvita ympäristölupa, vaikka lämpötehon ja muiden ominaisuuksien puolesta se täyttäisi PiPo-asetuksen kriteerit. Lupa tarvitaan esimerkiksi silloin, kun öljykäyttöistä laitosta ollaan sijoittamassa pohjavesialueelle.

2.8.4 PiPo-asetus

PiPo-asetus (750/2013) on valtioneuvoston asetus polttoaineteholtaan 5 - 50 megawatin energiantuotantoyksiköiden ympäristönsuojeluvaatimuksista. Asetus on tullut voimaan uusien laitosten osalta 1.11.2013 ja tulee jo käytössä olevien laitosten osalta voimaan 1.1.2018. Asetus korvaa sen jälkeen aiemman valtioneuvoston ympäristöasetuksen (445/2010). Kuviossa 14 on asetuksen sisällysluettelo, josta selviää mitä asioita PiPo-asetukseen liittyy.

Sisällysluettelo 750/2013

- 1 § - Soveltamisala
- 2 § - Määritelmät
- 3 § - Rekisteröinti-ilmoituksen sisältö
- 4 § - Toiminnan sijoittuminen
- 5 § - Päästöraja-arvot ilmaan johdettaville päästöille
- 6 § - Päästöraja-arvojen noudattaminen
- 7 § - Savupiipun korkeus
- 8 § - Meluntorjunta
- 9 § - Puhdistinlaitteiden jätevesien käsittely ja johtaminen
- 10 § - Öljyisten jätevesien käsittely ja johtaminen
- 11 § - Muiden jätevesien käsittely ja johtaminen
- 12 § - Kiinteiden polttoaineiden käsittely ja varastointi
- 13 § - Nestemäisten polttoaineiden käsittely ja varastointi
- 14 § - Jätehuolto
- 15 § - Poikkeukselliset tilanteet
- 16 § - Toiminnan sekä sen päästöjen ja vaikutusten tarkkailu
- 17 § - Kirjanpito ja tietojen toimittaminen
- 18 § - Ilmoitus toiminnan lopettamisesta
- 19 § - Ilmoitus toiminnan muutoksista
- 20 § - Voimaantulo- ja siirtymäsäännökset

Kuvio 14. PiPo-asetuksen sisällysluettelo (A 24.10.2013/750)

Seuraavassa on lueteltu PiPo-asetuksen keskeisimpiä muutoksia ja eniten toimenpiteitä vaativia määräyksiä edelliseen asetukseen (445/2010) verrattuna.

3 § Rekisteröinti-ilmoituksen sisältö:

Asetuksen 3 artikla määrittelee mitä laitoksen rekisteröinti-ilmoituksen tulee ympäristönsuojelulain 65 §:n mukaan sisältää. Muutos tarkoittaa käytännössä sitä, että jatkossa alle 50 MW energiantuotantolaitoksille ei tarvitse hakea ympäristölupaa, vaan asetuksen mukainen rekisteröinti-ilmoitus riittää. Ilmoituksesta täytyy selvittää asetuksessa luetellut asiat, jotka ovat pääisin samoja kuin ympäristölupahakemuksessakin.

Rekisteröintimenettelyn ehtona ovat asetuksen artiklan 4 mukaiset vaatimukset toiminnan sijoittumiselle. Sen mukaan ympäristölupa vaaditaan ympäristönsuojelulain (527/2014) vaatimissa tapauksissa, vaikka laitos olisi alle 50 MW tehoinen:

27 §

Yleinen luvanvaraisuus

1) toimintaan, josta saattaa aiheutua vesistön pilaantumista eikä kyse ole vesilain mukaan luvanvaraisesta hankkeesta;

2) jätevesien johtamiseen, josta saattaa aiheutua ojan, lähteen tai vesilain 1 luvun 3 §:n 1 momentin 6 kohdassa tarkoitetun noron pilaantumista;

3) toimintaan, josta saattaa ympäristössä aiheutua eräistä naapurussuhteista annetun lain (26/1920) 17 §:n 1 momentissa tarkoitettua kohtuutonta rasitusta.

(YSL 27.6.2014/527)

Lisäksi artiklassa 28 sanotaan:

28 §

Luvanvaraisuus pohjavesialueilla

Liitteessä 2 tarkoitetun asfalttiaseman, energiantuotantolaitoksen ja jakeluaseman toimintaan on oltava ympäristölupa, jos toiminta sijoitetaan tärkeälle tai muulle vedenhankintakäyttöön soveltuvalla pohjavesialueelle.

(YSL 27.6.2014/527)

Edellä mainittujen pykälien perusteella pienelle öljykäyttöiselle vara- ja huipputeholämpökeskukselle ei voida soveltaa rekisteröintimenettelyä, mikäli sijoituspaikka on pohjavesialueelle.

5 § Päästöraja-arvot ilmaan johdettaville päästöille

Artikla 5 määrittelee uudet päästöraja-arvot ilmaan johdettaville päästöille energiantuotantolaitoksilla. Suurimpana muutoksena on rikkidioksidin päästöjen merkittävä pienentäminen. Käytännössä muutos tarkoittaa sitä, että raskasöljyn polttaminen ei jatkossa ole enää mahdollista, muuta kuin alle 0,5 % rikkipitoisuuden omaavalla raskasöljyllä.

Tähän asti esimerkiksi nesteen myymien raskaspolttoöljyjen rikkipitoisuus on pienimmillään noin 0,8 %. (Raskaspolttoöljyt. n.d.) Tiukennuksen johdosta raskasöljyn käyttö energiantuotannossa loppuu lähes kokonaan 1.1.2018 jälkeen, ellei markkinoille tule vähärikkisempää raskaspolttoöljyvaihtoehtoa.

9 § Puhdistinlaitteiden jätevesien käsittely ja johtaminen

Artiklassa 9 määritellään, että jätevedet, kuten nuohous, lauhdutus ja esimerkiksi savukaasupesurissa syntyvät vedet tulee suodattaa, neutraloida ja selkeyttää ennen viemäriin johtamista. Tähän asti ne on voitu johtaa viemäriin sellaisenaan. Muutos vaatii useimmille laitoksille jätevesien selkeyttimen hankkimisen, sekä viemäröinnin perusteellisen muuttamisen. Etenkin jo käytössä oleville laitoksille tämä vaatii investointeja, joiden kustannukset nousevat satoihin tuhansiin euroihin.

10 § Öljyisten jätevesien käsittely ja johtaminen

Artiklassa 10 vaaditaan energiantuotantolaitoksilla öljynerotuskaivo jokaiseen paikkaan, mistä voi päästä öljyä viemäriin. Öljynerotuskaivon yhteydessä pitää olla näytteenotto- ja sulkuventtiilikaivo sekä öljynerottimet on myös varustettava öljytilan täyttymisestä ilmoittavalla hälytysjärjestelmällä.

13 § Nestemäisten polttoaineiden käsittely ja varastointi

Artiklassa 13 määritellään, että nestemäiset polttoaineet on varastoitava asianmukaisissa kyseisen polttoaineen varastointiin hyväksytyissä kaksoisvaippasäiliöissä tai tiiviiseen suoja-altaaseen sijoitetuissa säiliöissä, jonka tilavuus on 1,1 kertaa säiliön tilavuus. Lisäksi säiliön valuma-altaaseen tulee asettaa vuodosta ilmoittavat hälyttimet, sekä ylitäytönestin. Lisäksi öljyn varastoiminen maanalaisissa säiliöissä ei ole enää luovallista.

Tämä pykälä aiheuttaa muutoksia moniin vanhoihin öljysäiliöihin, joihin joudutaan tekemään muutoksia ja useissa tapauksissa poistamaan säiliö kokonaan käytöstä.

2.8.5 Rakennuslupa

Maankäyttö ja rakennuslain (132/1999) luvussa 18, kohdassa 125 § sanotaan, että ”Rakennuksen rakentamiseen on oltava rakennuslupa”. Rakennuslupa tarvitaan myös sellaiseen korjaus- ja muutostyöhön, joka on verrattavissa rakennuksen rakentamiseen tai laajentamiseen sekä myös käyttötarkoituksen olennaiseen muutokseen. Eräisiin vähäisiin rakennushankkeisiin voidaan hakea toimenpidelupa tai tehdä hankkeesta ilmoitus kunnan rakennusvalvontaviranomaiselle. Rakennusluvan myöntää kunnan rakennusvalvontaviranomainen. (Maankäyttö- ja rakennuslaki n.d.)

Maankäyttö- ja rakennuslain artiklassa 131 § sanotaan, mitä asioita rakennuslupahakemukseen täytyy liittää:

1) selvitys siitä, että hakija hallitsee rakennuspaikkaa;

2) rakennussuunnitelmaan sisältyvät pääpiirustukset, jotka rakennussuunnittelija varmentaa nimikirjoituksellaan.

Rakennusvalvontaviranomainen voi hankkeen laatu ja laajuus huomioon ottaen tarvittaessa edellyttää, että rakennuslupahakemukseen liitetään myös:

1) ote alueen peruskartasta tai asemakaava-alueelle rakennettaessa ote asemakaavasta sekä kiinteistörekisterin ote ja tarvittaessa tonttikartta, jos ne eivät jo ole rakennusvalvontaviranomaisen käytettävissä;

2) selvitys rakennuspaikan perustamis- ja pohjaolosuhteista sekä näiden edellyttämästä perustamistavasta ja tarvittavista muista toimenpiteistä;

3) energiaselvitys;

4) selvitys rakennuspaikan terveellisyydestä ja korkeussuhteista;

5) pätevän henkilön laatima selvitys rakennuksen kunnosta;

6) muu rakennuslupahakemuksen ratkaisemiseksi tarvittava olennainen selvitys

(MKRL 5.2.1999/132)

Rakennuslupaa haetaan kirjallisesti kunnan rakennusvalvontaviranomaiselta. Rakennuslupahakemuksen vireille tulosta on ilmoitettava naapureille, jollei ilmoittaminen, hankkeen vähäisyys tai sijainti taikka kaavan sisältö huomioon ottaen ole naapurin edun kannalta ilmeisen tarpeetonta. Lupapäätökseen liitetään muutoksenhakua koskeva ohje eli valitusosoitus tai ohje oikaisukeinon käyttämisestä. Rakennuksen rakentamisen saa aloittaa vasta, kun rakennuslupa on myönnetty. (Maankäyttö- ja rakennuslaki n.d.)

Energiantuotantolaitosten kohdalla rakennuslupaa voidaan hakea siinä vaiheessa, kun laitokselle on myönnetty ympäristölupa, sekä poikkeuslupa mikäli sellaista tarvitaan.

2.8.6 Poikkeuslupa

Kunta voi erityisestä syystä myöntää poikkeuksen maankäyttö- ja rakennuslaissa säädetyistä tai sen nojalla annetuista rakentamista tai muuta toimenpidettä koskevista säännöksistä, määräyksistä, kielloista ja muista rajoituksista. Poikkeamisesta säädetään maankäyttö- ja rakennuslain kohdissa 171 § - 176 §. Poikkeusluvassa toimivaltaitaisena viranomaisena toimii kunta. (MKRL 5.2.1999/132.)

Lämpökeskuksen rakentamisessa vaaditaan poikkeuslupa, mikäli suunniteltua tonttia ei ole kaavoitettu energiantuotantoon, tai sitä ei ole kaavoitettu ollenkaan.

3 Lämpökeskuksen mitoitus

Opinnäytetyön yhtenä tehtävänä oli tulevan lämpökeskuksen lämpötehon, öljysäiliön ja kiertovesipumpun mitoittaminen. Lisäksi tarkasteltiin lämpökeskukselle rakennettavan kaukolämpöputken lämpö- ja painehäviöiden suuruutta tietyn kokokoisella putkella kyseisessä tilanteessa. Etukäteen oli jo päätetty, että varalämpökeskuksen lämpöteho tulee olemaan välillä 1 – 5 MW. Siirtoputken mitoituksessa oli huomioitu Elenian verkoston laajentamista koskevat suunnitelmat. Siirtoputken ja kiertovesipumpun osalta mitoittamisen tukena käytettiin Elomatic Oy:n tekemää verkostomallinnusta Laukaan kaukolämpöverkostolle. Kuviossa 15 näkyy Laukaan nykyisten lämpökeskusten sijainti.



Kuvio 15. Elenian nykyiset lämpökeskukset Laukaassa (Piippanen 2016.)

3.1 Laitoksen lämpötehomitoitus

Varalämpökeskuksen lämpötehomitoituksen lähtökohtana pidettiin varautumista Kantolanmäen päälämpökeskuksella mahdollisesti tapahtuviin häiriöihin. Päätettiin, että sellaisessa tilanteessa, jolloin päälämpökeskukselta ei saada yhtään lämpötehoa, (esimerkiksi putkirikko tai sähkökatko) sallitaan jonkin verran tehovajausta. Lämpötehon arvioinnissa käytettiin hyväksi vuoden 2015 sekä 2016 tammikuun toteutuneita kulutustietoja. Tammikuu vuonna 2016 oli kylmin kuukausi moneen vuoteen, joten siitä saatiin hyvää tietoa lämpötehon tarpeesta kylminä aikoina.

Taulukko 4. Lämpökeskusmitoituksen lähtötiedot (Pynnönen 2016.)

Lähtötiedot:	
verkon mitoituslämpötila	– 30 °C
korkein toteutunut kulutushuippu	11,1 MW, (Tammikuu 2016, -30,9 °C)
Kantolanmäen biokattilat	9 MW, (4 MW + 5 MW)
Kantolanmäen öljykattilat	5,5 MW, (2,5 MW + 3 MW)
Jokiniemen varalämpökeskus	2,5 MW, (1,6 MW)

Suurin mitattu kulutushuippu Laukaassa on korkeimmillaan ollut 11,1 MW tammikuussa 2016. Silloin ulkolämpötila oli -30,9 °C, mikä on lähellä Laukaan mitoitusulkoämpötilaa (-30 °C). Arvoa voidaan siten käyttää mitoituslaskennan pohjana. Jokiniemen varalämpökeskukselta saatavana lämpöteho käytettiin arvoa 1,6 MW, vaikka sen kilpiteho on 2,5 MW. Tämä tehtiin sen vuoksi, että käyttökokemusten perusteella Jokiniemen laitoksen kiertovesipumpun pumppausteho ei riitä koko Laukaan verkon lämmittämiseen. Tämä johtuu myös siitä, että suuria kiinteistöjä (kirkonkylän koulu ja seurakuntakeskus) sijaitsee laitoksen läheisyydessä ja ne vievät ison osan lämpökeskuksen kapasiteetista. Niinpä kyseisellä laitoksella ajetaan häiriöiden tapah- tuessa Jokiniemen aluetta omana ”saarekkeena”, jonka lämpötehotarpeeksi arvioitiin 1,6 MW.

Koska Kantolanmäen lämpökeskuksen lämpöteho on 14,5 MW, se riittää normaalioloissa mainiosti kattamaan verkoston lämpötehtarpeen. Myös esimerkiksi Laukaan kaukolämpöverkoston suurimman 5 MW:n (Vapor) kattilan ollessa pois käytöstä on Kantolan mäeltä saatavissa

$$14,5 \text{ MW} - 5 \text{ MW} = 9,5 \text{ MW}$$

Kun lisätään tähän Jokiniemestä saatava 1,6 MW, lämpötehoksi saadaan

$$9,5 \text{ MW} + 1,6 \text{ MW} = 11,1 \text{ MW}$$

Nykyinen lämpöteho riittää siis hyvin normaaleissa olosuhteissa ja pienissä häiriötilanteissa.



Kuvio 16. Kaukolämmön pysyvyyskäyrä vuodelta 2015 (Muokattu lähteestä Pynnönen 2016.)

Vuoden 2015 pysyvyyskäyrän kuvaajassa (ks. kuvio 16) alempi vaakaviiva kuvaa saatavaa lämpötehoa, mikäli Kantolanmäen lämpökeskus ei tuota mitään. Ylempi vaakaviiva kuvaa saatavaa lämpötehoa, mikäli Vapor kattilalta ei saada mitään. Punaisen pystyviivan vasemmalle puolelle jäävä alue kuvastaa vuosittaista tuntimäärää, jolloin Jokiniemen varalämpökeskuksella ei pystytä kattamaan koko verkoston lämmöntarvetta. Kuvaajan perusteella voidaan siten laskea osuus siitä vuosittaisesta ajasta, jolloin nykyinen varalämpöteho ei riittäisi, mikäli Kantolanmäellä tulisi katkos kaukolämmöntuotantoon. Tuntimääräksi arvioidaan pysyvyyskäyrän perusteella 7100 tuntia, joten osuus voidaan laskea seuraavasti:

$$\frac{7100 \text{ h}}{8760 \text{ h}} = 0,81 = \mathbf{81 \%}$$

Tällä hetkellä noin 80 %:a vuodessa Jokiniemen varakapasiteetti ei riittäisi kattamaan koko verkoston lämpötehon tarvetta.

Mikäli uudella varateholaitoksella halutaan varautua lämpötehon riittävyyteen kaikissa tilanteissa yhdessä Jokiniemen laitoksen kanssa, niin tulisi laitosten yhteistehon olla vähintään 11,1 MW. Uuden laitoksen tehon tulisi siten olla huipputeho vähennettynä Jokiniemestä saatavalla teholla:

$$11,1 \text{ MW} - 1,6 \text{ MW} = \mathbf{9,5 \text{ MW}}$$

Näin suurta (9,5 MW) varalaitosta ei kuitenkaan ole järkevää rakentaa, koska huippukulutustilanteita on vuodessa vähän. Lähtökohdaksi voidaan ottaa se, että Jokiniemen laitoksen ja uuden varalaitoksen yhteisteho riittäisi 90 %:sti vuodessa kattamaan koko verkoston lämpötehontarpeen. Näin varateholaitoksen lämpötehon ei tarvitse olla lähellekään niin suuri, mutta lämmöntuotanto on silti suuren osan vuodesta täysin turvattu.

Ensin lasketaan tuntimäärä, jolloin tehovajaus sallitaan

$$8760 \text{ h} - (8760 \text{ h} * 90 \%) = 876 \text{ h}$$

Pysyvyyssäyrän kuvaajasta 876 h osuu kohtaan 5,5 MW. Varateholaitoksen lämpötehon tulisi siinä tapauksessa olla

$$5,5 \text{ MW} - 1,6 \text{ MW} = \mathbf{3,9 \text{ MW} \rightarrow 4 \text{ MW}}$$

Laskelmien perusteella uudella 4 MW tehoisella varalämpökeskuksella pystytään yhdessä Jokiniemen lämpökeskuksen kanssa turvaamaan Laukaan kaukolämmöntuotanto 90-prosentisella varmuudella, vaikka päälämmöntuotantolaitoksella tulisi toimituskatkoksia. Tehokkaammasta laitoksesta ei olisi juurikaan lisähyötyä. Sen kokoisena on myös varaa tilaustehon kasvulle, eikä kaukolämmön toimitusvarmuus silti pienene merkittävästi.

3.2 Öljysäiliön tilavuus

Öljysäiliön tilavuuden lähtökohtana pidettiin sitä, että säiliö kestää ilman täyttöä viikon täydellä teholla ajamisen. Lämmityskattilan tehon ollessa 4 MW, saadaan öljysäiliön tilavuus laskettua seuraavasti:

Ensin lasketaan laitoksen viikossa täydellä teholla polttoaineesta tarvitsema energia:

$$E = P * t = 4 \text{ MW} * 7 \text{ d} * 24 \text{ h} = \mathbf{672 \text{ MWh}}$$

Seuraavaksi lasketaan raskasöljyn ominaislämpöteho (kWh/litra). Raskas öljyn lämpöarvona käytetään arvoa 41,2 MJ/kg ja tiheytenä arvoa 0,95 kg/dm³ (Polttoaineiden lämpöarvoja n.d.):

$$P_{\text{massa}} = \frac{E_{\text{massa}}}{t} = \frac{41,2 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} * 1000}{3600 \frac{\text{s}}{\text{h}}} = 11,4 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}}$$

$$P_{\text{tilavuus}} = P_{\text{massa}} * q_{\text{raskasöljy}} = 11,4 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}} * 0,95 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 10,8 \frac{\text{kWh}}{\text{dm}^3}$$

Seuraavaksi lasketaan polttoaineelta vaadittava tilavuus:

$$V = \frac{E}{P_{\text{tilavuus}}} = \frac{672 \text{ MWh} * 1000}{10,8 \frac{\text{kWh}}{\text{dm}^3}} = 62\,222 \text{ dm}^3 = \mathbf{n. 60 \text{ m}^3}$$

Missä

E = energia, työ, (Wh, J)

P = teho, (W)

t = aika, (s)

V = tilavuus, (m³)

P_{massa} = ominaislämpöteho, (W/kg)

P_{tilavuus} = ominaislämpöteho, (W/m³)

E_{massa} = lämpöarvo, (J/kg)

Laskennan perusteella öljysäiliöltä vaadittava tilavuus olisi yli 60 m³. Niin suuret säiliöt ovat kalliita, joten tulee todennäköisesti halvemmaksi hankkia esimerkiksi kaksi 30 m³:n säiliötä. Toisaalta laitos tulee vara- ja huippukäyttöön ja on melko todennäköistä ettei sillä tulla olemassaoloaikanaan missään vaiheessa ajamaan viikkoa yhteen menoon täydellä teholla. Ympäristöluvan saaminen voisi myös olla haastavaa niin suurelle öljymäärälle.

Pohdinnan jälkeen ympäristölupaa päätettiin hakea 50 m³:n kokoiselle öljysäiliölle. Todettiin, että säiliön kokoa voidaan pienentää, mikäli ympäristöluvan saaminen sitä edellyttää.

3.3 Verkostomallinnus

Uuden varateholämpökeskuksen erilaisten ajoskenaarioiden arvioimiseen teetettiin verkostomallinnus Elomatic Oy:llä. Mallinnuksen tavoitteena oli selvittää kaukolämpöverkon kriittisimmät asiakkaat/ käyttöpaikat, ahtaat putkiosuudet, laitosten pump-paukset (Kantolanmäki ja uusi varalaitos), sekä millä tehoilla varalaitosta ei ole/ on järkevää ajaa. Mallinnus toteutettiin muutamilla erityyppisillä ajoskenaariolla.

3.3.1 Siirtoputken mitoitus

Verkostomallinnuksella pyrittiin muun muassa selvittämään, kuinka suuret paine- ja lämpöhäviöt uudelle laitokselle rakennettavassa kaukolämpöputkessa olisivat. Mallinnuksella pyrittiin myös selvittämään kuinka suuri massavirta putkessa tulisi vähintään olla, jotta lämpöhäviöt olisivat siedettävällä tasolla. Virtausnopeuden perusteella pyrittiin samalla arvioimaan kuinka pientä lämpötehoa varalaitoksella on minimissään järkevää tuottaa.



Kuvio 17. Kaukolämpöputken suunniteltu kulkureitti (Muokattu lähteestä Piippanen 2016.)

Kaukolämmön siirtoputki uudelle varalaitokselle on tarkoitus sijoittaa Vuojärven puistotien päähän loppuvasta kaukolämpölinjasta Suolahdentien vierustaa myötäillen (ks. kuvio 17). Suunniteltu reitti on piirretty kuvioon vihreällä viivalla. Uutta kaukolämpölinjaa joudutaan rakentamaan noin 600 metriä.

Siirtoputken mitoituksessa tärkeä seikka on sen riittävän suuri koko, jotta sitä pitkin pystytään tulevaisuudessa syöttämään lämpöä Rokkakankaan teollisuusalueelle. Laukaan kaukolämpöverkon suurimmat runkoputket ovat tällä hetkellä halkaisijaltaan 200 millimetriä (DN200). Elenian verkostopäällikkö Simo Pynnösen arvioi, että siirtoputken tulee olla kokoa DN150 tai DN200, jotta lämpötehon siirtäminen tulevaisuudessa Rokkakankaalle ei jäisi siirtoputken koosta kiinni.

Verkostomallinnuksessa käytettiin putkikokoa DN150. Tuloksena saatiin pienimmäksi järkeväksi tehoksi noin 0,5 MW, riippuen osaltaan jäähtymästä. Pienimmäksi järkeväksi massavirraksi arvioitiin noin 2 kg/s. Mallinnuksessa todettiin myös, että ajatessa varalämpökeskusta täydellä teholla (4 MW) on siirtoputken painehäviö jo niin suuri (~1,2- 1,4 bar/km), ettei pienempää siirtoputkea kuin DN150 kannata välttämättä rakentaa.

3.3.2 Kiertovesipumpun kapasiteetti

Kiertovesipumpun kapasiteetti massavirran osalta pystytään laskemaan 4 MW lämpötehon ja jäähtymän perusteella. Pumppaustarve on sitä suurempi, mitä pienempi on jäähtymä, kun oletetaan tehon pysyvän samana. Tästä syystä pumppaustarpeen arvioinnissa käytetään ulkolämpötilaa 0 °C, ja lämpötilaeroa 40 °C.

$$\dot{m} = \frac{Q}{c\Delta t} = \frac{4 \text{ MW}}{4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} * \text{C}} * 40 \text{ C}} = 23,8 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \rightarrow \mathbf{25 \text{ l/s}}$$

\dot{m} = massavirta, (kg/s)

Q = lämpöteho, (MW)

c = veden ominaislämpökapasiteetti, (4,19 kJ/kg*°C)

Δt = lämpötilaero, (°C)

Verkostomallinnuksella pyrittiin selvittämään varalämpökeskuksen kiertovesipumpulta vaadittava nostokorkeus. Suurinta nostokorkeutta vaaditaan tilanteessa, jolloin Kantolanmäen laitoksella ei tuotettaisi mitään.

Verkostomallinnuksen perusteella pumppauspaineeksi näillä lähtötiedoilla saatiin 4,6 baaria, mikä tarkoittaa nostokorkeutta 46 metriä.

Pumpun tuoton ja nostokorkeuden perusteella voidaan laskea pumpun tarvitsema sähköteho. Hyötysuhteeksi arvioidaan 0,8:

$$P = \frac{\rho * g * Q * H}{\eta} = \frac{1000 \frac{kg}{m^3} * 9,81 \frac{m}{s^2} * 0,025 \frac{m^3}{s} * 46 m}{0,8} = 14100 W \rightarrow \mathbf{15 kW}$$

Missä

P = pumpun ottoteho [W]

ρ = väliaineen tiheys [kg/m^3]

Q = pumpun tuotto [m^3/s]

H = kokonaisnostokorkeus [m]

g = maan vetovoiman kiihtyvyys [m/s^2]

η = pumpun hyötysuhde

4 Vara- ja huipunkäyttölämpökeskuksen tontti Laukaaseen

Opinnäytetyön tärkeimpänä tavoitteena oli löytää Elenia Lämpö Oy:lle uudelle vara- ja huipunkäyttölaitokselle tontti Laukaan alueelta sekä käydä tarvittavat viranomais-

neuvottelut lupaprosessin käynnistämiseksi ja laatia joitakin lupa-asiakirjoja. Oli tiedossa, että laitos tulee olemaan väliaikainen (noin 5 vuotta) ja öljykäyttöinen. Lämpökeskuksen tulisi olla valmis ja toimintakunnossa loppuvuodesta 2016.

Keskeinen syy tarpeelle rakentaa uusi vara- ja huipunkäyttölaitos Laukaaseen on lisääntynyt lämpötehon tarve. Tilausteho Laukaan kaukolämpöverkossa on kasvanut vuodesta 2013 vuoteen 2016 noin 18 %. Lisäksi on tiedossa, että tilausteho kasvaa lähivuosina entisestään Laukaan keskustan läheisyyteen rakennettavien kerrostalojen ansiosta. Samoin Elenian tulevaisuuden suunnitelmat laajentaa verkostoa Rokkakankaan teollisuusalueelle ja Peurungan kylpylän suunnalle lisäävät lämpötehon tarvetta jatkossa.

Toinen syy on varautuminen päälämpökeskuksen häiriöihin. Tällä hetkellä Laukaan kaukolämpöverkossa on päälämpökeskuksen lisäksi Jokiniemen varalämpökeskus. Ongelma tällä hetkellä on siinä, että suurin osa vara- ja huippulämpötehosta (5,5 MW) sijaitsee päälämpökeskuksella. Näin ollen esimerkiksi sähkökatkon, putkirikon tai jonkun muun isomman häiriön tapahtuessa päälämpökeskuksella, jäisi koko kaukolämmöntuotanto Jokiniemen 2,5 MW:n lämpökeskuksen varaan. Esimerkiksi -20 °C lämpötilassa lämmitystehon tarve Laukaan kaukolämpöverkossa on noin 10 MW. Kokemusten mukaan Jokiniemen lämpökeskukselta ei pystytä siirtämään lämpötehoa kunnolla koko verkoston alueelle, koska suuria lämmönkäyttäjiä sijaitsee laitoksen lähetyvillä. Näistä syistä tarve lisävarateholle on Laukaassa todellinen.

4.1 Tontin etsiminen

Hyvän lämpökeskuksen tonttipaikan etsiminen aloitettiin tutkimalla kartasta Laukaan kaukolämpöverkoston kannalta järkeviä ja mahdollisia sijaintipaikkoja yhdessä Elenian Keski-Suomen aluepäällikkö Timo Piippasen kanssa. Keskeisiä asioita olivat varalämpökeskuksen sijoittuminen kaukolämpöverkoston varrelle tai lähelle, riittävän pitkä etäisyys nykyisiin lämpökeskuksiin ja hyvät kulkuyhteydet. Lisähaastetta toi myös nykyisen Vaporin kattilan saneeraussuunnittelu ja eri toteutusvaihtoehdot (nykyiselle paikalle vai Rokkakankaalle). Tarkastelussa huomioitiin myös Elenian tulevai-

suuden suunnitelmat, joissa sillä on tavoitteena laajentaa kaukolämpöverkostoa Rokkakankaan teollisuusalueelle sekä Peurungan kylpylän alueelle. Kuviossa 18 on kuvattu näitä suunnitelmia.



Kuvio 18. Varalämpökeskustontti (Muokattu lähteestä Piippanen 2016.)

Edellä mainittujen lähtökohtien perusteella todettiin, että Elenian kannalta paras paikka lämpökeskukselle olisi uimarannantiellä hotelli Vuolakkeen vieressä (ks. kuvio 19). Piippanen kertoi, että hotelli Vuolake saatetaan mahdollisesti liittää samalla kaukolämpöön. Aiemmin se ei ole ollut Elenian kannalta kannattavaa, koska uutta kaukolämpöverkostoa olisi jouduttu rakentamaan useita satoja metrejä.



Kuvio 19. Haluttu lämpökeskustontti (Karttapalvelu n.d.)

Uimarannantie olisi Elenian tulevaisuuden suunnitelmien kannalta optimaalinen paikka, koska verkostoa saataisiin laajennettua Rokkakankaan ja Peurungan suuntaan, mihin verkostoa pyritään tulevaisuudessa laajentamaan. Myöskin nyt rakennettavan vara- ja huippulämpökeskuksen poistuessa käytöstä olisi kyseinen tontti sijainniltaan erittäin hyvä välipumppaamolle Rokkakankaan ja Peurungan suuntaan. Vaihtoehtoisia paikkoja ovat Urheilutien ja Ahtotien risteyksen lähialue tai Kantolanmäen alue.

4.2 Neuvottelut kunnan viranomaisten kanssa

Ensimmäinen tapaaminen kunnan viranomaisten kanssa pidettiin 15.1.2016, jossa Elenian suunnitelmia esiteltiin. Ensimmäisellä tapaamisella paikalla olivat Laukaan kunnasta kaavoitusjohtaja Mari Holmstedt, kaavasuunnittelija Outi Toikkanen, ympäristösuunnittelija Heidi Hokkanen, tekninen johtaja Janne Laiho ja opinnäytetyön tekijä.

Holmstedt ja Toikkanen kertoivat, että kyseinen hotelli Vuolakkeen alue on kunnan omistama ja se on asemakaavassa osoitettu lähivirkistysalueeksi (VL). Alue on 1. luokan pohjavesialuetta. Lisäksi kirkonkylän vedenottamo sijoittuu noin 300 metrin päähän suunnitellusta varalämpökeskuksen paikasta. Alustavasti vaikutti siltä, että

maankäytöllisesti ei olisi esteitä laitoksen sijoittamiseen kyseiselle paikalle. Laitokselle tulisi vain hakea poikkeuslupa, koska aluetta ei ole kaavoitettu energiantuotantoon. (Palaveri 2016.)

Ympäristösuunnittelija Heidi Hokkanen selvitti kunnan kantaa laitoksen sijoittamisesta pohjavesialueelle ja tuli siihen alustavaan tulokseen, ettei kunta puolla asiaa. Perusteluina olivat pohjavesialue sekä vedenottamon ja vesistön läheisyys. Kävi myös ilmi, että vaikka lämpökeskus tulee olemaan lämpöteholtaan alle 5 MW, niin rekisteröinti-ilmoitusmenettely ei riitä, vaan sille on haettava ympäristölupa. Myös ympäristölupa joudutaan hakemaan siitä syystä, että kyseinen tontti on pohjavesialueella. (Hokkanen 2016.)

4.3 Ympäristölupahakemus

Lupahakemusprosessin seuraava vaihe oli ympäristöluvan hakeminen. Lupaa päätettiin hakea 4 MW tehoiselle raskasöljykäyttöiselle lämpökeskukselle ja 50 m³ öljysäiliölle. Hakemus tehtiin avoimena hakemuksena Elenian vanhan ympäristölupahakemuksen pohjalle. Hakemuksen laadinnassa olivat mukana Elenian ympäristöpäällikkö Meira Saarinen, aluepäällikkö Timo Piippanen ja opinnäytetyön tekijä.

Ympäristölupahakemuksessa lähetettiin 8.3.2016 viranomaisten käsiteltäväksi kunnan viralliseen sähköpostiosoitteeseen kirjaus@laukaa.fi. Hakemuksessa ilmoitettiin ympäristönsuojeluasetuksen (YSA 165/2000) määrittelemät asiat (katso otsikko 3.5.2) ja liitteiksi toimitettiin seuraavat dokumentit:

Liite 1: Kartat, kaavat

- Asemakaava luonnos
- Muut kaavat ja kartat: Laukaan pohjavesialuekartta

Liite 2: Yleisölle tarkoitettu lupahakemuksen tiivistelmä

Liite 3: Luettelo ja kartta lämpökeskuksen lähivaikutusalueen rajanaapureista

Liite 4: Elenia Lämpö Oy:n kaupparekisteriote

Lupaa päädyttiin hakemaan raskaspolttoöljylle siitä syystä, että se ei läpäise maakerroksia yhtä hyvin kuin kevytpolttoöljy ja siten päädy pohjaveteen. Meira Saarinen myös kertoi, ettei viimeaikoina muilla paikkakunnilla ole myönnetty ympäristölupia kevytpolttoöljykäyttöisille laitoksille pohjavesialueella juuri tästä syystä. Lupia sen sijaan on saatu raskaspolttoöljylle, mutta joissain tapauksissa on jouduttu ottamaan polttoaineeksi kaasua.

Muita lupahakemukseen kirjattuja perusteita laitoksen sijoittamiselle kyseiseen paikkaan olivat seuraavat.

”Tällä hetkellä lämpökeskustontin naapurissa sijaitseva Hotelli Vuolake lämpenee kevyellä polttoöljyllä, sisältäen maanalaisen öljysäiliön. Sijoittamalla varalaitos Uimarannantielle, voidaan kyseinen kiinteistö liittää kaukolämpöön ja samalla päästäisiin Vuolakkeen maanalaisesta öljysäiliöstä eroon. Varalaitoksen öljysäiliö tulee olemaan nykyisten määräysten (valtio-neuvoston asetus 750/2013) mukainen, joko tuplavaippasäiliö, tai yksivaippainen säiliö, jossa on 1,1 x säiliön tilavuuden kokoinen valuma-allas. Tällaisen säiliön riski vuotaa on pienempi, kuin Vuolakkeen kaltaisten maanalaisten öljysäiliöiden.

Mahdollisten öljyvuotojen varalta voidaan laitoksen ja öljysäiliön alapuolelle maahan asettaa nestettä läpäisemätön muovi/kangas, mikä estää öljyn pääsyn pohjaveteen. Lisäksi valuma-altaaseen / öljynerottiin asennetaan hälyttimet, jotka varoittavat mahdollisesti vuotaneesta öljystä.

Laitos tulee olemaan varakäytössä, joten sen käyttö tulee olemaan erittäin vähäistä. Näin ollen öljysäiliötä ei ole välttämätöntä pitää täynnä öljyä. Myös vuotoriskiä aiheuttavat säiliön täyttöoperaatiot jäävät hyvin vähäisiksi.”

Ympäristölupahakemus asetettiin kuntalaisten nähtäväksi 23.3.2016–22.4.2016 väliseksi ajaksi Laukaan kunnan internetsivuille. Ympäristösuunnittelija Heidi Hokkanen pyysi 23.3.2016 lisäselvitystä ympäristölupahakemukseen seuraaviin asioihin:

- selvitys lämpökeskuksen liittämisestä kaukolämpöverkostoon eli milloin ja mitä reittiä pitkin rakennetaan
- selvitys veden käytöstä laitoksella (miksi liitetään veteen ja viemäriin, millaisia jätevesiä viemäriin johdetaan)
- jatkosuunnitelma viiden vuoden jälkeen; alueen maisemointi ja ennalleen palauttaminen

(Lisäselvityspyyntö 2016.)

Vastaus lisäselvityspyyntöön lähetettiin 23.3.2016. Vastauksessa todettiin seuraavaa:

Vettä tullaan käyttämään harvoin. Veden käyttöön varaudutaan kaukolämpöverkon häiriötilanteissa, jolloin vettä joudutaan lisäämään verkkoon. Normaali-tilanteissa verkoston täyttö tapahtuu Kantolantien päälaitokselta. Lisäksi vettä ja viemäriä tullaan käyttämään satunnaisissa käsien pesu tilanteissa.

Vesi- ja viemäri- liittymien rakentaminen ei kuitenkaan ole välttämätöntä tälle laitokselle.

Viiden vuoden aikana Elenia Lämpö Oy rakentaa kiinteän lämpölaitoksen mahdollisesti Rokkakankaan teollisuusalueelle. Uuden laitoksen käyttöönoton jälkeen tämä väliaikainen lämpökeskus puretaan ja alue palautetaan lähtötilannetta vastaavaan tilaan.

(Lisäselvitys 2016.)

5 Työn tulosten arviointi

5.1 Lämpökeskustontti

Opinnäytetyön tuloksena löydettiin varalämpökeskukselle Elenian tavoitteisiin ja tulevaisuudensuunnitelmiin sopiva tontti. Tontti sijaitsee Laukaassa osoitteessa Uimarannantie 1. Sijainniltaan Uimarannantie on Laukaan kaukolämpöverkoston kannalta hyvä, koska se on sopivan etäällä nykyisistä lämpökeskuksista. Näin sillä ja Jokiniemen varalämpökeskuksella pystyttäisiin yhdessä lämmittämään Laukaan kaukolämpöverkostoa kattavasti, mikäli Kantolanmäen lämpökeskus ei tuottaisi mitään. Myös Kantolanmäen ja uuden lämpökeskuksen toimiessa yhdessä olisi verkosto helposti jaettavissa alueiksi, joita molemmat laitokset erikseen lämmittävät. Kyseiselle paikalle sijoitettaessa saataisiin myös rakennettua uutta kaukolämpöputkea noin 600 metriä Rokkakankaan suuntaan, johon Elenia mahdollisesti tulevaisuudessa laajentaa verkostoaan.

Osana opinnäytetyötä käynnistettiin Uimarannantien tonttia koskeva lupaprosessi ympäristölupahakemuksen osalta. Hakemus lähetettiin 8.3.2016 kunnan viranomaisen käsiteltäväksi. Kunta aloitti hakemuksen käsittelyn, mutta päätöstä ei saatu opinnäytetyön tekemisen aikana. Ympäristölupapäätös edellyttää lisäksi poikkeuslupahakemuksen hyväksymistä, jota aloitettiin valmistelemaan, mutta ei lähetetty viranomaisten käsiteltäväksi seuraavista syistä.

Ympäristölupahakemuksen tultua julkiseksi ilmoitti kaavoitusjohtaja Holmstedt, että varalämpökeskuksen sijoittamista uimarannantielle vastustetaan. Perusteluina pidettiin pohjavesialuetta ja Vuojärven läheisyyttä. Samalla kerrottiin, että sekä ympäristö- että poikkeusluvasta valitetaan, mikäli niitä viedään eteenpäin. Laukaan ympäristötoimen johtaja Jukka Lappalainen osasi myös kertoa, että valitusten alaisten kaavojen ja lupien käsittelyajat ovat tällä hetkellä noin 1,5 vuotta.

Alkuperäisen suunnitelman mukaan uuden varalämpökeskuksen tulisi olla valmis vuoden 2016 puolella, joten tavoitteessa ei pysytä, mikäli varalämpökeskus halutaan edelleen rakentaa Uimarannantien tontille. Samoin on epävarmaa myönnetäänkö

sille lupaa. Näin ollen Uimarannantien muutoin ollessa hyvä varalämpökeskuksen sijoituspaikka, niin kannattaa Elenian kuitenkin käynnistää vaihtoehtoisen tontin etsiminen.

5.2 Lämpökeskuksen mitoitus

Mitoituslaskennan perusteella saadut lähtötiedot Laukaan uudelle varalämpökeskukseksi on koottu taulukkoon 5.

Taulukko 5. Varateholaitoksen mitoitusarvot

Lämpöteho	4 MW
Öljysäiliön tilavuus	50 m ³
Kiertovesipumpun parametrit (sähköteho, tilavuusvirta ja nostokorkeus)	15 kW, 25 l/s, 46 m
Siirtoputken koko	DN150

Mitoituslaskennan tulokset laskettiin vuoden 2015 kulutustietojen mukaan eikä niissä ole huomioitu juurikaan tilaustehon kasvua. Tämä on kuitenkin perusteltua, koska varalämpökeskuksen on määrä olla käytössä vain noin viisi vuotta eikä sitä normaalitilanteessa tarvitse käyttää.

Mitoituksen perusteella päädyttiin lämpöteholtaan 4 MW kattilaan. Tämän kokoisena Laukaan lämmöntuotanto on 90 % turvattu, vaikka Kantolanmäen lämpökeskus ei tuottaisi mitään. Öljysäiliön tilavuudessa päädyttiin 50 m³ säiliöön, joka riittää 4 MW laitoksella noin 6 päiväksi. Tämän pitäisi riittää hyvin.

Varalämpökeskukselle vedettävän uuden kaukolämpöputken ollessa kokoa DN150, aiheuttaa se verkostomallinnuksen perusteella melko paljon painehäviötä varalämpökeskuksen tuottaessa täydet 4 MW. Suuri painehäviö lisää kiertovesipumpulta vaadittavaa tehoa ja nostokorkeutta. Tästä syystä putken ei kannata olla ainakaan kyseistä kokoa pienempi. Toisaalta putken ollessa suurempi pienenee virtausnopeus, jolloin lämpöhäviöt putken matkalla kasvavat.

Mitoitustuloksia voidaan hyödyntää kattilan lämpötehon ja öljysäiliön tilavuuden osalta, vaikka lämpökeskuksen sijoituspaikka ei olisikaan Uimarannantiellä. Siirtoputken koko taas saattaa muuttua sijainnin muuttuessa. Samoin kiertovesipumpulta vaadittava nostokorkeus ja sähköteho todennäköisesti muuttuvat mikäli lämpökeskuksen sijainti muuttuu.

6 Pohdinta

Opinnäytetyön päätavoitteena oli löytää väliaikaiselle öljykäyttöiselle vara- ja huippulämpökeskukselle tontti Laukaasta sekä käynnistää siihen liittyvä lupaprosessi siinä määrin, kun se sopii opinnäytetyön tekemisen aikatauluun. Tontin keskeisiä vaatimuksia olivat sen sopivuus Laukaan nykyiseen kaukolämpöverkostoon sekä Elenian tulevaisuudensuunnitelmiin. Elenian kannalta sopiva tontti löydettiin ja lupaprosessi siihen liittyen käynnistettiin.

Neuvotteluissa kunnan viranomaisten kanssa selvisi heti, että kyseinen tontti sijaitsee pohjavesialueella. Se aiheutti muutoksia ja viivästystä sekä suunnittelu- että lupaprosessiin. Alkuperäisestä suunnitelmasta rakentaa kevytpolttoöljykäyttöinen lämpökeskus luovuttiin ja haettiin ympäristölupaa raskaspolttoöljylle. Samoin oli tarkoitus, että ympäristölupamenettelyn sijaan olisi voitu edetä PiPo-asetuksen (750/2013) mukaisella rekisteröinti-ilmoitusmenettelyllä, mutta pohjavesialueella toimittaessa se ei ollut mahdollista.

On ymmärrettävää, ettei öljy ja pohjavesialue kuulosta hyvältä samassa yhteydessä. Tästä syystä ilmenikin heti ympäristölupahakemuksen tultua julkiseksi, että siitä valitetaan. Tämän johdosta lupaprosessi viivästyisi eikä ole varmaa tullaanko ympäristölupaa edes myöntämään. Näin ollen Elenialla katseet suunnattiin vaihtoehtoisen tontin etsintään heti, kun tämä selvisi.

Varalämpötehon lisätarve Laukaassa säilyy, vaikka haluttua tonttia ei saataisikaan. Näin ollen opinnäytetyön toisena tavoitteena olleen mitoittamisen tuloksia voidaan hyödyntää, vaikka laitos sijoitettaisiinkin muualle. Varalämpötehon mitoituksessa lähtökohtana pidetään yleensä sitä, että kaukolämpöverkoston suurimman lämmöntuotantoyksikön vikaantuessa pystytään varateholaitoksilla tuottamaan tarvittava lämpöenergia. Laukaassa ei yksistään tällä perusteella tarvitse rakentaa

yhtään lisää varalämpötehoa. Toisaalta koko päälämpölaitoksen vikaantuessa ei Laukaan varateho 80 %:n varmuudella riittäisi lämmöntarpeeseen. Niinpä varalämpökeskus mitoitettiin siten, että päälämpölaitoksen vikaantuessa riittää käytettävissä oleva varateho 90 %:n varmuudella. 100-prosenttisesti kattavaa lämpökeskusta ei kannata rakentaa, koska silloin lämpötehon pitäisi olla yli kaksinkertainen, mutta lämmöntoimitusvarmuus parantuisi vain 10 %.

Ennen tonttiin liittyviä viranomaisneuvotteluja ja varsinaisen lupaprosessin aloittamista tiedostettiin, etteivät asiat välttämättä etene suunnitelmien mukaan. Toisaalta jos olisi tiedetty tontin olevan pohjavesialueella, niin olisi saatettu pohtia vaihtoehtoisia sijainteja tarkemmin jo etukäteen. Samoin olisi ehkä osattu arvata, että ympäristöluvasta valitetaan. Voi myös kysyä, oliko suunniteltu aikataulu, jossa lämpökeskuksen tontin etsimisen ja käyttöönoton välillä on vajaa vuosi, kovin realistinen. Projektin eteneminen tässä aikataulussa edellyttäisi lähes kaikkien asioiden ja etenkin lupaprosessin ongelmattomaa sujumista.

Opinnäytetyön tekemisen aikana kävi selväksi, etteivät asiat aina etene alkuperäisten suunnitelmien mukaisesti. Etenkin kun ollaan tekemisissä byrokraattisten lupajärjestelmien kanssa joissa myös ulkopuolisilla henkilöillä on vaikutusmahdollisuuksia, niin asioiden eteneminen saattaa olla hidasta. Asioita kannattaa myös valmistella hyvin etukäteen sekä pohtia perusteluita tarkasti mitä ja miksi ollaan tekemässä. Näin pystytään varautumaan asioiden lisäselvittelyihin, vastustukseen ja suunnitelmien muuttumiseen paremmin. Tärkeää on myös pitää vaihtoehtoinen suunnitelma koko ajan mielessä.

Opinnäytetyötä tehdessä vahvistui käsitys, että teorian tieto ei aina sovellu sellaisenaan käytäntöön, vaan sitä pitää osata myös soveltaa. Erityisesti mitoituksessa piti huomioida muitakin asioita kuin lämpökeskusten nimellistehot. Huomioitavia asioita olivat esimerkiksi lämpötehon siirrettävyys, tilaustehon muutokset, lämpökeskusten ikä ja verkoston laajeneminen.

Vara- ja huippulämpökeskukset ovat suurimmaksi osaksi öljykäyttöisiä. Öljy on suosittua helpon käytettävyyden, tehokkuuden ja hyvän saatavuuden vuoksi. Öljylaitoksilla säilytettävä öljy aiheuttaa aina jonkinlaisen ympäristöriskin, vaikkakin öljyn säilytyksen vaatimukset ovat kiristyneet. Etenkin pohjavesialueilla voisi olla

perusteltua harkita nestekaasun käytön lisäämistä vara- ja huippulämpökeskuksissa. Näin ollaan joissain tapauksissa myös tehty. Nestekaasu ei aiheuta vaaraa ympäristölle, vaikka sitä pääsisi karkuun. Nestekaasusäiliöt eivät vaadi lämmitystä talviaikaan, kuten esimerkiksi raskaspolttoöljy vaatii. Kaasun polttaminen ei myöskään likaa kattilaa juuri ollenkaan eikä se aiheuta hiukkaspäästöjä.

Kaukolämmitys on edelleen Suomen yleisin kiinteistöjen lämmitysmuoto, mutta viime vuosina kaukolämpöyhtiöt ovat kohdanneet uusia haasteita. Etenkin uusien pientalojen energiatehokkuuden parantuminen kiristyvien rakennusmääräysten vuoksi ja erilaisten energiatehokkuutta parantavien ratkaisujen, kuten poistoilmalämpöpumppujen, yleistyminen ovat vähentäneet ja vähentävät edelleen kaukolämpöenergian kulutusta. Samaan aikaan lämpöpumpuilla lämmittämisestä on tullut kilpailukykyisempää ja näin ollen osa entisistä kaukolämpöasiakkaista on jo vaihtanut lämmitysmuotoa esimerkiksi maalämpöön. Uusista omakotitaloista ei monikaan valitse lämmitysmuodoksi kaukolämmitystä, vaikka sitä olisi saatavilla.

Kaukolämpöyhtiöiden on tärkeää pyrkiä vastaamaan tähän haasteeseen, jotta etenkin sähköntuotannossa joka tapauksessa syntyvälle ylijäämälämmölle löytyisi jatkossakin käyttäjiä. Tämä olisi kokonaisuuden kannalta järkevää ja ympäristöystävällistä. Keskeisiä keinoja kannattavuuden ja kilpailukyvyn säilyttämiselle ovat esimerkiksi kaukolämpöverkostojen sekä voimalaitosten ja lämpökeskusten hyötysuhteen säilyttäminen ja parantaminen.

Verkoston hyötysuhteeseen vaikuttaa suurelta osin kaukolämpöveden jäähtymä asiakkaiden luona. Asiakkaiden ja lämpöyhtiöiden tulee huolehtia, että asiakaskiinteistöjen lämmitysjärjestelmät toimivat oikealla tavalla ja paluuveden lämpötila pysyy halutussa noin 40 asteessa. Kaukolämmityksen kilpailukykyä voidaan parantaa myös käyttämällä mahdollisimman edullisia polttoaineita tai mahdollisuuksien mukaan esimerkiksi teollisuudessa, kaupoissa tai jäähalleissa syntyvää ylijäämälämpöä. Tulevaisuudessa saattaa myös yleistyä ratkaisut, joissa asiakas itse välillä kuluttaa ja välillä tuottaa lämpöä kaukolämpöverkkoon esimerkiksi omalla aurinkokeräimellä. Tämä saattaa osaltaan lisätä kaukolämmityksen houkuttelevuutta.

Opinnäytetyön tekeminen oli erittäin mielenkiintoinen ja sekä tekijää että toimeksiantajaa hyödyttävä prosessi siitä huolimatta, ettei opinnäytetyön kohteena olleelle tontille rakennettaisikaan. Erityisen mielekkääksi tekemisen teki se, että työ oli osa oikeaa lämpökeskuksen hankintaa ja opinnäytetyön tuloksia hyödynnettiin osaltaan jo sen tekemisen aikana. Oli myös uusi ja hyödyllinen kokemus toimia yhteistyössä viranomaisten kanssa ja viedä lämpökeskuksen lupaprosessia eteenpäin. Tämän kaltaisesta toiminnasta saa harvoin kokemusta opiskeluaikana, joten olen kiitollinen tästä mahdollisuudesta.

Lähteet

A 24.10.2013/750. Valtioneuvoston asetus polttoaineteholtaan alle 50 megawatin energiantuotantoyksiköiden ympäristönsuojeluvaatimuksista. Viitattu 1.3.2016. Val-
tion säädöstietopankki Finlex: www.finlex.fi.

Arinakattila. N.d. Planora Oy:n internetsivut. Viitattu 7.1.2016
<http://www.planora.fi/images/onninen/boiler2.jpg>

Elenia lyhyesti. N.d. Elenia Oy. Viitattu 6.1.2016
<http://www.elenia.com/fi/konserni/elenia-lyhyesti>

Elenia Oy:n konsernitilinpäätös. Elenia Oy. Konsernitilinpäätös vuodelta 2014.
Viitattu 6.1.2016.
http://www.elenia.fi/sites/default/files/ar2014/AR_fi_2014.pdf

Elenia Oy:n liiketoiminta. N.d. Elenia Oy. Viitattu 6.4.2016
<http://www.elenia.com/fi/liiketoiminta>

Elenia Oy:n toimialuekartta. N.d. Elenia Oy. Viitattu 6.1.2016
<http://www.elenia.com/fi/konserni/toimialuekartta>

Energiavuosi 2015. Energiateollisuus ry:n diaesitys. Energiavuosi 2015. Kaukolämpö.
Julkaistu 13.1.2016. Viitattu 1.3.2016
<http://energia.fi/tilastot-ja-julkaisut>

Henell, A. 2014. Prosessisuunnittelu. Jyväskylän ammattikorkeakoulu.
Opetusmateriaali. Prosessitekniikka 2014. Viitattu 8.3.2016

Hokkanen, H. 2016. Laukaan ympäristösuunnittelija H. Hokkasen lähettämä selvitys,
kuinka lämpökeskustontin lupaprosessia jatketaan. Sähköpostiviesti 19.1.2016.
Vastaanottaja A. Ojala.

Huhtinen, M. Korhonen, R. & Urpalainen, S. 2013. Voimalaitostekniikka. Helsinki:
Opetushallitus

Karttapalvelu. N.d. Laukaan kunnan internetsivut. Karttapalvelu. Viitattu 20.2.2016
<http://laukaa.karttatiimi.fi/>

Kaukolämmityksen toimintaperiaate 2011. Kaukolämmön periaatekuva energiateollisuuden kalvosarjasta Hyvän olon energiaa. Julkaistu 09.08.2011. Viitattu 6.4.2016
<http://energia.fi/kalvosarjat/62>

Kaukolämmitys suomessa. N.d. Energiateollisuus. Viitattu 7.1.2016
<http://energia.fi/koti-ja-lammitys/kaukolammitys>

Kiertopetikattila. N.d. Valmetin internetsivut. Viitattu 30.1.2016
<http://www.valmet.com/products/energy-production/cfb-boilers/>

Koskelainen, L., Saarela, R & Sipilä, K. 2006. Kaukolämmön käsikirja. Helsinki: Energia-teollisuus

Lisäselvityspyyntö. 2016. Sähköpostiviesti 23.3.2016. Laukaan kunnan lähettämä lisäselvityspyyntö Elenia Lämpö Oy:n varalämpökeskuksen ympäristölupahakemukseen. Vastaanottaja A. Ojala

Lisäselvitys. 2016. Elenia Lämpö Oy. Sähköpostiviesti 23.3.2016. Elenian vastaus ympäristölupahakemuksen lisäselvityspyyntöön. Vastaanottaja H. Hokkanen

Lupakäsittelyn vaiheet. N.d. Ympäristöministeriön internetsivut. Viitattu 13.2.2016
http://www.ymparisto.fi/fi-Fi/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/Ymparistolupa

Lämpöliiketoiminta. N.d. Elenia Oy. Viitattu 6.1.2016
<http://www.elenia.com/fi/liiketoiminta/lampoliiketoiminta>

Maankäyttö- ja rakennuslaki. N.d. Ympäristöministeriön internetsivut. Viitattu 14.2.2016
http://www.ym.fi/fi-Fi/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Maankaytto_ja_rakennuslaki

MKRL 5.2.1999/132. Maankäyttö- ja rakennuslaki. Viitattu 1.3.2016. Valtion säädöstietopankki Finlex.
www.finlex.fi

Nuutinen, M. 2015. Hajautettu energiantuotanto. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Opetusmateriaali. Kaukolämpöä 2015. Viitattu 8.3.2016

Palaveri. 2016. Lämpökeskustonttipalaveri 15.1.2016. Elenia Lämpö Oy:n ja Laukaan kunnan viranomaisten ensimmäinen tapaaminen lämpökeskustonttiin liittyen.

Piippanen, T. 2015. Elenia Lämpö Oy:n Laukaan kaukolämpöverkostokartta. Sähköpostiviesti 21.12.2015 aluepäälliköltä.

Polttoaineiden lämpöarvoja. N.d. Motivan internetsivut. Viitattu 10.2.2016
http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/tietolahteita/biopolttoaineiden_lampoarvoja

Pynnönen, S. 2016. Elenia Lämpö Oy. Laukaan kaukolämpöenergian kulutustiedot. Sähköpostiviesti 25.1.2016 verkostovastaavalta. Vastaanottaja A. Ojala

Raskaspolttoöljyt. N.d. Nesteen internetsivut. Viitattu 13.3.2016
https://www.neste.fi/tuotteet_tuotelistaus.aspx?path=2589;2655;2698;2707;3332;4083&trnro=170#

Tulitorvikattila. N.d. Taishan Group Ltd:n internetsivut. Viitattu 7.1.2016
<http://www.taishangroup.com/eweb/Products.asp?Id=235>

Viljanen, E. 2016. Työntekijä. Elenia Lämpö Oy. Haastattelu 15.1.2016

Yhteistuotanto. 2015. Tabletkoulu. Yhteistuotantolaitoksen periaatekuva. Viitattu 22.3.2016
<https://www.thinglink.com/scene/633970247069597698>

Ympäristölupa. N.d. Ympäristöministeriön internetsivut. Viitattu 13.2.2016
http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/Ymparistolupa

Ympäristövaikutusten arviointi. Ympäristöministeriön internetsivut. N.d. Viitattu 13.2.2016

http://www.ymparisto.fi/fiFI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Ymparistovaikutusten_arviointi/Hankkeiden_YVAmenettely

Liitteet

Liite 1: Laukaan kaukolämpöverkosto

